RTB
W83
R
1880

Thaer-Bibliothek

Landwirtschaftliche

FÜTTERUNGSLEHRE

VON

EMIL WOLFF

Verlag von Paul Parey in Berlin

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., Wilhelmstrasse 32.

Jeder Band einzeln verkäuflich.

THAER-BIBLIOTHEK

Preis pro Band in Leinen geb. 2½ Mark.

Land... Fütterungslehre von Dr. **Emil Wolff**, Professor an der Kgl. landw. Akademie Hohen-

Land

Wies

Lang

Die I

Land

Imme

Land

Land

Fisch

Biene

Gemü

Die J

Maull

Prakt

University of Wisconsin
LIBRARY.
No. 16817
AGRICULTURAL
Station,
MADISON - WIS.

Gärtnerische Veredelungskunst von O. Teichert, Garten-Inspektor in Potsdam. 2. Auflage. Neu bearbeitet von **Fintelmann**, Garten-Inspektor in Potsdam.

Rübenbau von **F. Knauer**, Rittergutsbesitzer auf Gröbers bei Halle a. S. **6. Auflage.**

Tabaksbau von **A. Freiherr von Babo** in Klosterneuburg. **3. Auflage.**

Landw. Geräte und Maschinen von Dr. **Emil Perels**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. **5. Auflage.**

Beschlagkunde von Dr. **von Rueff**, Direktor der Königl. Tierarzneischule zu Stuttgart.

Fasanenzucht von **August Goedde**, Herzogl. Jägermeister in Coburg. **2. Auflage.**

Ernährung der landw. Kulturpflanzen von Dr. **Ad. Mayer**, Professor an der Universität Heidelberg.

Gehölzzucht von **J. Hartwig**, Grossherzogl. Hofgärtner in Weimar.

Obstbau von **R. Noack**, Grossherzogl. Hofgärtner in Darmstadt. **2. Auflage.**

Gartenblumen (Zucht und Pflege) von **Th. Rümpler**, General-Sekretär des Gartenbauvereins in Erfurt. **2. Auflage.**

Kartoffelbau von Dr. **H. Werner**, Professor an der Königl. landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf. **2. Auflage.**

Be- und Entwässerung der Äcker und Wiesen von **L. Vincent**, Königl. Ökon.-Rat **2. Auflage.**

Gewächshäuser von **J. Hartwig**, Grossherzoglicher Hofgärtner in Weimar.

Rindviehzucht von Dr. **V. Funk**, Direktor der landw. Lehranstalt zu Helmstedt. **2. Auflage.**

Pferdestall (Bau und Einrichtung) von Baurat **F. Engel** in Berlin.

Viehstall (Bau und Einrichtung) von Baurat **F. Engel** in Berlin.

Kalk-Sand-Pisébau von Baurat **F. Engel** in Berlin. **3. Auflage.**

Anleitung für agrikulturchemische Analysen v. Professor Dr. **L. Grandeau.** Mit Vorwort v. Professor Dr. **Henneberg** in Göttingen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Digitized by Google

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., Wilhelmstrasse 32.

Jeder Band einzeln verkäuflich.

THAER-BIBLIOTHEK

Preis pro Band in Leinen geb. 2½ Mark.

Praktische Desinfectionslehre von A. Zundel, Landestierarzt in Strassburg.

Lupinen- und Serradellabau von Kette auf Jassen und König auf Zörnigall. 8. Auflage.

Geflügelzucht von Dr. Pribyl in Wien, mit Einleitung von W. Ritter von Hamm. 2. Auflage.

Landw. Taxationslehre von Dr. K. Birnbaum, Professor in Leipzig.

Zimmergärtnerei von Th. Rümpler, General-Sekretär des Gartenbauvereins in Erfurt. — 2. Auflage.

Reiten und Dressieren von D. F. Boettlicher, herausgegeben von A. von Reuss.

Dynamite von Isidor Traxl, Ingenieur in Wien.

Feldholzzucht, Korbweidenkultur etc. von R. Flacher in Berlin.

Allgemeine Tierzuchtlehre von Dr. von Rueff in Stuttgart.

Stärkefabrikation von Dr. F. Stohmann, Professor an der Universität Leipzig.

Äussere Krankheiten der landw. Haussäugetiere von E. Zorn, Königl. Korpsrossarzt in Hannover.

Innere Krankheiten der landw. Haussäugetiere von F. Grosswendt, Kgl. Oberrossarzt in Hannover.

Physiologie und Pathologie der Haussäugetiere von F. Flemming, Grossh. Tierarzt in Lübz.

Kalk-, Gyps- und Zementfabrikation von H. Stegmann in Braunschweig.

Wirtschaftsdirektion des Landgutes von Dr. Albrecht Thaer, Professor in Giessen. 2. Auflage.

Milchwirtschaft von Dr. William Loebe in Leipzig.

Wirtschaftsfeinde aus dem Tierreich von Dr. G. v. Hayek, Professor in Wien.

Heilmittellehre von F. Flemming, Grossh. Tierarzt in Lübz.

Schafzucht von Dr. O. Rohde, Professor in Greifswald.

Geschichte des Gartenbaus von O. Hüttig, Gartenbaudirektor in Charlottenburg.

Englischer Hufbeschlag von H. Behrens, Lehrschmied in Rostock.

Schweinezucht von Dr. Georg May, Professor in Weihenstephan.

Obstbaumkrankheiten von Dr. Paul Sorauer in Proskau.

Forstkulturen von Urff, Kgl. Oberförster in Neuhaus bei Berlinchen.

Urbarmachung und Verbesserung des Bodens von K. Bürstenbinder. Ök.-Rat in Braunschweig.

Feldmessen und Nivellieren von Dr. A. Wüst, Professor in Halle. 2. Auflage.

Getreidebau von Dr. A. Nowacki, Professor in Zürich. Gekrönte Preisschrift.

An- und Verkaufs-Genossenschaften von H. von Mendel, General-Sekretär in Halle a. S

Krankheiten der landw. Nutzpflanzen von Professor Dr. R. Wolf.

Risler's Weizenbau. Herausgegeben vom Amtsrat W. Rimpau zu Schlanstedt.

Behandlung der Lokomobilen von Professor Paul Lazar in Budapest.

Reiten und Fahren von Major R. Schoenbeck in Berlin.

Jagd-, Hof- und Schäfer-Hunde von Lieutenant Schlotfeldt in Hannover.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., 32 Wilhelmstrasse.

Erscheint Mittwochs und Sonnabends. Probenummern gratis und franko.

Durch jede Postanstalt zu beziehen. Preis vierteljährlich 5 Mark.

Deutsche Landwirthschaftliche Presse

(Redakteur Dr. TH. KRAUS.)

Die Deutsche Landwirtschaftliche Presse hat eine zweifache Aufgabe, sie dient einerseits der **Landwirtschaftspolitik** und der Förderung gesunder Volkswirtschaft in ihren Beziehungen zum landwirtschaftlichen Betriebe und andererseits der **Theorie und Praxis der Ackerbau-Technik.**

Die grosse Verbreitung der Presse in allen Theilen Deutschlands ist der beste Beweis dafür, dass sie die Ansprüche der deutschen Landwirte an eine derartige Zeitung richtig erkannt hat und ihnen nach Möglichkeit zu genügen bemüht ist. Redaktion und Verlagshandlung scheuen weder Mühe noch Opfer, die Presse immer grösserer Vollkommenheit entgegen zu führen und hoffen, den deutschen Landwirten durch richtige Vertretung der landwirtschaftlichen Interessen wahrhaften und dauernden Nutzen zu stiften.

Abonnements nimmt jede Postanstalt oder Buchhandlung entgegen.

Annoncen 35 Pf. pro Spaltzeile oder deren Raum. Probenummern gratis und franco.

GARTENFLORA

Zeitschrift für Garten- und Blumenkunde.

(Begründet von **Eduard Regel.**)

Unter Mitwirkung namhafter Fachmännner herausgegeben von Prof. **L. Wittmack**-Berlin.

Mit 24 Farbendrucktafeln. Am 1. und 15. jeden Monats erscheint ein Heft mit Textabbildungen und je einer Farbendrucktafel. Preis halbjährlich 10 Mark.

Seit dem 1886 Jahrgang ist der Umfang der Gartenflora nahezu verdoppelt, indem der Jahrgang statt 24 Textbogen deren 42 enthält. Die Gartenflora wird sich je länger je mehr mit einem für den gebildeten Gärtner und Liebhaber ebenso nützlichen wie interessanten Inhalt erfüllen und botanische Artikel bringen, soweit sie für den Gartenbau wertvoll sind.

Die Gartenflora hat es sich zur Aufgabe gestellt, Wissenschaft und Praxis des ganzen Gartenbau zu behandeln; erwähnt sei nur besonders, dass nach wie vor alle pflanzlichen Neuheiten, welche allgemeines Interesse beanspruchen dürfen, so rasch als möglich in Wort und Bild vorgeführt werden. Das Ziel der Gartenflora ist: Für Deutschland ein so inhaltreiches, gediegenes und verbreitetes Blatt zu werden, wie solche für den englischen und belgischen Gartenbau schon lange existieren.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Digitized by Google

16-F-6

Die rationelle Fütterung

der

landwirtschaftlichen Nutztiere.

Auf Grundlage

der

neueren tierphysiologischen Forschungen.

Gemeinverständlicher Leitfaden der Fütterungslehre

von

Dr. Emil Wolff,
Professor an der Kgl. Württ. landw. Akademie Hohenheim.

Fünfte, neu bearbeitete Auflage.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagsbuchhandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
1888.

Digitized by Google

16817
RTB
.W83
R
.R1888

Vorwort zur ersten Auflage.

Schon im Jahre 1868, als die erste Auflage meiner „Praktischen Düngerlehre" erschien, habe ich die Absicht ausgesprochen, in ähnlicher Weise, wie in der genannten Schrift die Theorie der Pflanzenernährung und die Praxis der Düngung erörtert worden ist, in einem zweiten Bändchen die Lehre von der Ernährung des tierischen Organismus und des landwirtschaftlichen Fütterungswesens zu behandeln. Jedoch wurde diese Ausarbeitung ausdrücklich für eine spätere Zeit vorbehalten; ich konnte nicht daran denken, dieselbe der ersteren sofort folgen zu lassen, wenn die betreffende Lehre, wie ich wünschte, in klarer Übersicht wenigstens einigermaßen zu einem abgerundeten Ganzen sich gestalten sollte. Damals hatte die landwirtschaftliche Fütterungslehre erst wenige Jahre vorher angefangen, auf ganz neue Grundlagen sich aufzubauen; aber bei dem regen Streben, welches auf ihrem Gebiete sich kundgab, war es vorauszusehen, daß sie in verhältnismäßig kurzer Zeit diejenige Entwickelungsstufe erreichen würde, auf welcher sie in ihrer neuen Gestaltung der Praxis eine sichere Stütze gewähren konnte. Ich glaube, daß diese Zeit nunmehr gekommen ist.

Die allgemeinen Gesetze der tierischen Ernährung, zunächst die Gesetze der Fleisch- und Fettbildung im Tierkörper, deren Erforschung wir in erster Linie der erfolgreichen Thätigkeit der Münchener physiologischen Schule verdanken, sind jetzt für jedermann klar und leichtverständlich; die darauf bezüglichen Arbeiten haben, nach deren vollständigen Veröffentlichung durch Voit und Pettenkofer, ihren vorläufigen Abschluß erhalten. Auch die Bedeutung der Nährsalze für den tierischen Organismus ist durch neue direkte Versuche aufgeklärt worden, und namentlich hat die Lehre von der Verdaulichkeit des Futters, sowie von dem Nährstoffbedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere durch die Bemühungen der Versuchsstationen nach den verschiedensten Seiten hin eine weitere Ausbildung erlangt. Auf solche Weise ist die Möglich-

keit gegeben, in der landwirtschaftlichen Praxis überall mit verdaulichen Futterbestandteilen, mit wirklichen Nährstoffen zu rechnen und überhaupt das Fütterungswesen auf durchaus wissenschaftlicher Grundlage zu basieren. Im einzelnen bedarf diese Grundlage freilich noch einer weiteren Befestigung, aber der Anfang ist gemacht, welcher mit Bestimmtheit auf dem eingeschlagenen Wege rasche Fortschritte erwarten läßt. Die auf dem Gebiet der Fütterungslehre bereits erzielten schönen Resultate sind vorzugsweise geeignet, den praktischen Wert der landwirtschaftlichen Versuchsstationen zur klaren Anschauung zu bringen, für die vereinigten Bestrebungen der Physiologen und Agrikulturchemiker ein immer höheres Interesse zu erwecken.

Wir sind jetzt, wie mir scheint, in den Resultaten der tierphysiologischen Forschungen auf einem Standpunkt angelangt, welcher es gestattet, das bisher, in den letzten 15 Jahren Errungene zu einem Ganzen zusammenzufassen, für die Praxis zu verwerten und somit zum Gemeingut aller zu machen. Allerdings kann in dieser Hinsicht nur erst von einem Versuch die Rede sein, denn es ist keine ganz leichte Aufgabe, das gewaltig angehäufte Material zu ordnen, zu sichten und in der erforderlichen Weise zu verarbeiten.

Bei der Ausarbeitung der vorliegenden Schrift war mein Hauptstreben darauf gerichtet, von der neuen Gestaltung der Fütterungslehre ein möglichst ansprechendes und allgemein verständliches Bild zu entwerfen. Ich glaube, dies zunächst dadurch erreicht zu haben, daß ich meine Erörterungen überall auf die wichtigsten Ernährungsprinzipien beschränkte, welche der Landwirt bei der rationellen Fütterung der Tiere stets im Auge behalten muß, dagegen alles, meiner Ansicht nach, anderen Gebieten des Wissens und Könnens Angehörende sorgfältig ausschloß. Spezielles aus der Chemie, Anatomie und Physiologie hat daher ebensowenig Erwähnung gefunden, wie dasjenige, was der eigenen Erfahrung oder allerlei von Praktikern verfaßten Schriften zu entnehmen ist und worüber die Wissenschaft großenteils noch keine sichere Auskunft geben kann, z. B. was die Schmackhaftigkeit des Futters betrifft, ob dasselbe für diese oder jene Tiergattung ein Kraftfutter erster oder zweiter Klasse ist, ferner die nähere Beschreibung der in der Praxis gebräuchlichen Methoden der Zubereitung des Futters, Bezügliches

über zweckmäßige Stalleinrichtungen, äußere Pflege des Viehes ꝛc. Nur die Gesetze der tierischen Verdauung und Ernährung habe ich dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft gemäß erörtert und versucht, darauf die rationelle Fütterung für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung zu begründen. Hierbei handelt es sich nur um wenige allgemein bekannte Nährstoffe und Futterbestandteile, deren Natur und Wirkungsweise, sowie die Zersetzungs- und Produktionserscheinungen, welche sie im Tierkörper bedingen, leicht verständlich sind. Zum besseren Verständnis wird vielleicht auch beitragen, daß ich die Methoden, mit deren Hilfe die mitgeteilten Versuchsresultate erlangt worden sind, betreffenden Ortes angedeutet und im Schlußkapitel die Entwickelungsstufen der Fütterungslehre kurz charakterisiert habe. Das Schlußwort soll außerdem dazu dienen, um den Männern gerecht zu werden, welchen unsere Wissenschaft vorzugsweise ihre raschen Fortschritte verdankt; auch sind daraus einige Gesichtspunkte zu entnehmen, die bei der Beurteilung der ganzen Arbeit wohl in Betracht kommen.

Diese Schrift ist allen Landwirten gewidmet, welche eine rationelle Fütterung ihrer Nutztiere anstreben; zugleich kann dieselbe als Leitfaden bei dem Unterricht an landwirtschaftlichen Lehranstalten benutzt werden. Ich wünsche, daß das Buch überall anregend und aufklärend wirken, und hierzu nach Inhalt, Form und Umfang geeignet sein möge.

Hohenheim, im Juli 1874.

Der Verfasser.

Vorwort zur fünften Auflage.

Das vorliegende Buch ist seit 1874 nunmehr in 18000 Exemplaren gedruckt und durch Übersetzungen auch in vielen außerdeutschen Ländern verbreitet worden. Günstige Beurteilungen und viele Zuschriften aus der Praxis beweisen mir außerdem, daß das Buch seinen Zweck einigermaßen erfüllt, zur Befestigung und allgemeineren Verbreitung eines rationellen Fütterungswesens beigetragen hat. Es wurde bei jeder Auflage ergänzt, teilweise ganz neu bearbeitet, entsprechend den

raſchen Fortſchritten unſerer Wiſſenſchaft und um nach Möglichkeit allen Anforderungen der Gegenwart zu genügen.

Unſere Anſichten über Fett- und Kraftproduktion ſind durch neue Verſuche in manchen Punkten berichtigt und erweitert worden; die Futteranalyſe hat an Genauigkeit weſentlich gewonnen, zunächſt durch die Beſtimmung der Amidkörper, überhaupt der nicht eiweißartigen organiſchen Stickſtoffverbindungen, über deren Vorkommen in vielen wichtigen Futtermitteln man erſt jetzt aufgeklärt worden iſt. Nach den Reſultaten der bisher darüber angeſtellten Unterſuchungen habe ich die im Anhang mitgeteilte Tabelle ausgearbeitet und dort ebenfalls die Ergebniſſe direkter Fütterungsverſuche über die Verdaulichkeit der Futtermittel tabellariſch zuſammengeſtellt. An den betreffenden Forſchungen hat die landwirtſchaftlich chemiſche Verſuchsſtation in Hohenheim thätigen Anteil genommen; als Spezialität dieſer Anſtalt ſind die ſeit 1876 in großer Anzahl ausgeführten Pferde-Fütterungsverſuche noch beſonders hervorzuheben.

Das Nähere über viele Fütterungsverſuche, deren Reſultate nur kurz angedeutet werden konnten, findet man, nebſt weiteren Erörterungen und den nötigen Quellenangaben, in meiner größeren, von dem Kuratorium der Koppe-Stiftung gekrönten Preisſchrift „Die Ernährung der landwirtſchaftlichen Nutztiere. Kritiſche Zuſammenſtellung der in neuerer Zeit durch tierphyſiologiſche Verſuche erlangten Reſultate in ihrer Bedeutung für die Aufgabe der landwirtſchaftlichen Tierhaltung. (Berlin, 1876.)“ Jedoch bildet das vorliegende kleinere Werk ein in ſich durchaus abgeſchloſſenes Ganzes, in welchem auch die neueſten Forſchungen, und zwar wegen der Wichtigkeit ihrer Ergebniſſe oft etwas ausführlicher als die älteren berückſichtigt worden ſind. Ich war bemüht, das Buch in ſeiner wiſſenſchaftlichen Grundlage, wie ſeinem praktiſchen Zwecke gemäß immer mehr zu verbeſſern und hoffe, daß es in der jetzt veröffentlichten fünften, wiederum ſorgfältig durchgeſehenen und nach manchen Richtungen hin weſentlich vervollſtändigten Auflage ebenſo wie bisher eine freundliche Beachtung finden wird.

Hohenheim, Neujahr 1888.

Der Verfaſſer.

Inhalt.

Seite

Die allgemeinen Gesetze der tierischen Ernährung.

Einleitung 1

Wichtigere Bestandteile des Tierkörpers.

- Wasser 3
- Fettsubstanz 5
- Sonstige stickstofffreie organische Stoffe 6
- Eiweißstoffe 7
- Leimgebende Substanzen 8
- Horngebilde 9
- Mineralstoffe 9
  - Kalk, Magnesia und Phosphorsäure 10
  - Kali und Natron 11
  - Chlornatrium 16

Stoffwechsel im Tierkörper.

- Nährstoffe und deren Verdauung 18
- Aufnahme von Sauerstoff im Respirationsprozeß 20
- Zerfall des Eiweißes 21
- Verbrennung von Fett und Zucker 22
- Methoden zur Ermittelung des Stoffwechsels 23
- Stoffwechsel-Gleichungen 26

Die Fleischbildung.

- Organeiweiß und Zirkulationseiweiß 30
- Die Gesetze der Fleischbildung 31
  - Bedingungen des Eiweißumsatzes 32
  - Bedingungen des Eiweißansatzes 36

Die Fettbildung.

- Ablagerung des Fettes aus der Nahrung 41
- Neubildung von Fett im Tierkörper 42
  - Bildung von Fett aus Eiweiß 43
  - Bildung von Fett aus Kohlehydraten 47
- Bedingungen des Fettumsatzes und Fettansatzes 53

Die Kraftproduktion.

- Einfluß der Muskelthätigkeit auf den Stoffwechsel 56
- Die Quelle der Muskelkraft 63

Das Futter der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Einteilung der Nährstoffe 67

Futterbestandteile.

- Rohprotein 69
  - Eiweißstoffe 69
  - Amidverbindungen 71
- Rohfaser 74
- Rohfett 74
- Stickstofffreie Extraktstoffe 75
- Reinasche 75

Seite

Die Verdaulichkeit des Futters.
Dauer des Verdauungsprozesses bei Wiederkäuern ... 76
Gehalt des Kotes an Stoffwechselprodukten ... 77
Allgemeine Verdauungsverhältnisse des Rauh- und Grünfutters ... 79
Spezielle die Verdauung des Rauhfutters betreffende Fragen ... 89
Verdaulichkeit der Beifutterarten und Einfluß derselben auf die Verdauung des Rauhfutters ... 98
Charakteristik der Futtermittel.
Rauh- und Grünfutterarten ... 105
Konzentrierte Futtermittel ... 131
Knollen- und Wurzelgewächse ... 143
Die Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere.
Einleitung ... 153
Fütterungsnormen ... 154
Mittlere Nährstoffverhältnisse und deren Bedeutung bei der Produktionsfütterung ... 156
Erhaltungsfütterung der Ochsen ... 159
Die Wolleproduktion ... 162
Die Fütterung der Arbeitstiere ... 167
Arbeitsochsen ... 168
Pferde ... 168
Die Milchproduktion.
Bildung der Milch in der Milchdrüse ... 172
Einfluß des Futters auf die Quantität der Milch ... 174
Nährstoffbedarf der Milchkühe ... 176
Einfluß des Futters und anderer Verhältnisse auf die Qualität der Milch ... 179
Bedeutung der Mineralstoffe für die Milchproduktion ... 181
Die Fütterung des Jungviehes.
Kälber und Rinder ... 182
Lämmer ... 186
Schweine ... 187
Bedeutung der Mineralstoffe im Futter des Jungviehes ... 188
Die Mästung der Tiere.
Ochsen ... 190
Schafe ... 192
Schweine ... 195
Bemerkungen zu den im Anhang mitgeteilten Tabellen ... 197
Beispiele von Futterberechnungen ... 210
Betrachtungen über die Entwickelung und den gegenwärtigen Stand der Fütterungslehre ... 216
Anhang.
I. Tabelle über die Zusammensetzung und den Nährstoffgehalt der Futtermittel ... 232
II. Tabelle über die Verdaulichkeitsverhältnisse der Futtermittel ... 238
III. Tabelle über den Stickstoffgehalt einiger Futtermittel im Protein und im Nichtprotein ... 247
IV. Fütterungsnormen für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung ... 249
V. Tabelle über die prozentigen Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile von Rindvieh, Schaf und Schwein ... 250

Digitized by Google

Tierwelt und Pflanzenreich zeigen deutlich, wie in der Natur der Kreislauf von Stoff und Kraft sich gestaltet, wie beides der Menge nach unvergänglich ist und nur fortwährend andere Formen annimmt oder in neuen Erscheinungen auftritt. Indem die Pflanze unter dem Einfluß von Licht und Wärme aus wenigen, der anorganischen Welt angehörenden Verbindungen das Material zur Bildung ihrer organischen Substanz entnimmt, wird hierbei Sauerstoff abgeschieden und gasförmig der umgebenden atmosphärischen Luft zugeführt; gleichzeitig verschwinden gewisse Mengen von Licht und Wärme, sie werden gleichsam gebunden oder in die chemische Kraft umgewandelt, welche in den neu gebildeten Körpern die Elemente zusammenhält und zu einer anderen Anordnung bestimmt. Die Pflanze ist in steter Produktion begriffen, sie vermehrt während der ganzen Dauer ihres Lebenslaufes die Masse der organischen Substanz, ihr ist die Aufgabe gestellt, für Tier- und Menschenwelt die nötigen Nährstoffe zu erzeugen und die atmosphärische Luft atmungsfähig zu erhalten.

In dem tierischen Organismus ist der Ansatz in jedem Augenblick von Umsatz und Zerstörung der organischen Substanz begleitet, und der letztere Prozeß ist vorherrschend über den ersteren. Der Tierkörper hat nicht die Fähigkeit, allein mit anorganischen Stoffen seinen Aufbau zu bewirken und denselben die Mittel zu seiner Erhaltung zu entnehmen; er bedarf zur Erfüllung seiner Lebensfunktionen fertig gebildeter organischer Stoffe, welche er nach mannigfacher Umwandlung schließlich einer vollständigen Zerstörung entgegenführt. Indem die verdauten, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergegangenen Nährstoffe oder auch Teile der tierischen Gewebe in weniger kompliziert zusammengesetzte Verbindungen zerfallen, wird dadurch Spannkraft frei und kann als Spannvorrat sich ansammeln, oder die freigewordene Kraft giebt Anlaß zu der Bildung von elektrischen Strömen und bewirkt als lebendige Kraft die mechanischen Leistungen, welche für die innere und äußere Arbeit von dem Tierkörper verlangt werden. Gleichzeitig bemächtigt sich der mit der atmosphärischen Luft eingeatmete Sauerstoff der Produkte jenes Zerfalles; dieselben unterliegen einer mehr oder weniger raschen Verbrennung und hierbei wird eine große

Menge von Wärme erzeugt, um alle Verluste daran zu ersetzen, welche der lebende Körper fortwährend, namentlich durch Ausstrahlung von seiner Oberfläche erleidet, und um die Körperwärme, wie es notwendig ist, auf einer konstanten Höhe zu erhalten.

Die Tierwelt ist also dadurch charakterisiert, daß sie dasjenige, was die Pflanze an Kraft und Stoff angesammelt hat, zur Erfüllung ihrer Lebensfunktionen verwendet und dabei direkt oder indirekt in denjenigen Zustand zurückführt, in welchem es wiederum bei der Entstehung neuer Pflanzengebilde mitwirken kann. Außer den organischen Stoffen, welche die Pflanze in ihren Produkten als Nahrung der Tierwelt darbietet, bedarf die letztere zu ihrer Ausbildung und normalen Erhaltung noch feuerfester Mineralstoffe; es sind dies dieselben Mineralstoffe, welche man großenteils auch als allgemeine Pflanzennährstoffe erkannt hat. Sie werden in geeigneten Verbindungen und meistens in genügender Menge gleichzeitig mit der vegetabilischen Nahrung dem Tierkörper zugeführt.

In wunderbarer Harmonie sehen wir im Körper der höheren Tierklassen die verschiedensten Organe zu einem Ganzen vereinigt. Die Organe der Aufnahme und Ausscheidung, der Verdauung und Ernährung, der Bewegung und Empfindung, der Zeugung und Fortpflanzung, die Systeme der Gewebe und der Säfte, Knochen und Knorpel, Muskeln und Sehnen, Binde- und Fettgewebe, Nerven und Gefäße, Drüsengebilde und Atmungsorgane, Haut und Haare, — alles unterstützt sich gegenseitig in seiner Thätigkeit und jedes Einzelne ist notwendig, um das Ganze heranzubilden und zur Erfüllung seiner Lebensaufgabe zu befähigen. Die Nerven, indem sie in feine Fasern sich zerteilen oder geflechtartig wiederum sich vereinigen, durchdringen alle Organe, geben ihnen die Anregung zur Lebensthätigkeit und unterwerfen sie teilweise der Willenskraft des Individuums, während das Blut den ganzen Körper durchkreist, den von den Verdauungswerkzeugen oder in anderen Organen vorbereiteten Bildungssaft aufnimmt und nebst dem eingeatmeten Sauerstoff allen Geweben zuführt, daselbst ablagert oder die chemischen Prozesse vermittelt, durch welche Kraft und Wärme erzeugt werden. Was hierbei an Zersetzungsprodukten entsteht, tritt wieder in die Blutbahn ein, um schließlich, oft erst nach weiterer Umänderung, als die letzten Produkte des Stoffwechsels in den Ausscheidungsorganen den Tierkörper zu verlassen.

Alle tierischen Organismen bestehen, wie die Pflanzengebilde, aus Zellen, aus den kleinsten Formelementen, denen die Fähigkeit verliehen ist, Stoffe in sich aufzunehmen und abzugeben, sich zu entwickeln und zu vermehren. Alle Prozesse des Wachstums und der Ernährung im Tierkörper sind an die Lebensthätigkeit der Zelle gebunden; indem

das Keimbläschen in dem befruchteten Ei den Bildungssaft in sich aufnimmt, entwickelt es sich, durch Teilung entstehen neue Zellen, die rasch an Zahl zunehmen, in verschiedenen Formen sich ausbilden und zu mannigfach gestalteten Geweben sich zusammengruppieren, bis endlich der ganze kompliziert zusammengesetzte Apparat des Tierkörpers seine normale Größe, Form und innere Struktur erreicht hat. Aber auch im erwachsenen Zustand des Tieres sind die Zellen in einer fortdauernden Umänderung begriffen, in manchen Organen werden sie rasch zerstört, um aufs neue wiederum sich aufzubauen, und in jedem Augenblick bedürfen sie geeigneter Nährstoffe zur Erhaltung der ihnen zugewiesenen Thätigkeit; wesentliche Störungen der Zellenfunktionen erzeugen Krankheiten oder einen raschen Untergang des ganzen Organismus.

Wir vermögen nicht zu ermitteln, was die Zellen veranlaßt, nach der einen oder andern Richtung hin zu wachsen und sich zu vermehren, zu verschiedenen Organen sich zu vereinigen und zuletzt jeder Tierart eine bestimmte äußere Gestaltung und innere Struktur des Körpers zu verleihen. Wir können nur die einzelnen Organe nach ihren Formbestandteilen und ihrer chemischen Beschaffenheit untersuchen, die ihnen zugewiesenen Lebensfunktionen erkennen und die Mittel auffinden, durch welche man sie in ihrer Thätigkeit erhält oder letztere in einzelnen Fällen und für besondere Zwecke nach einer bestimmten Richtung hinzuleiten vermag. In der vorliegenden Schrift soll versucht werden, eine rationelle Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere durch die Resultate der neueren tierphysiologischen Versuche und chemischen Untersuchungen zu begründen, und hierzu genügt es, wenn wir in der Einleitung einen Blick werfen auf die wichtigeren Bestandteile des Tierkörpers und sodann die Prozesse der Verdauung und der Ernährung in ihrem regelmäßigen Verlauf und in ihren Folgen einer näheren Betrachtung unterziehen.

Der gesamte Tierkörper ist in allen seinen Teilen von Wasser durchdrungen und die Menge desselben im Verhältnis zum Lebendgewicht des Tieres um so größer, je mehr das letztere in einem noch jugendlichen Alter sich befindet. Unmittelbar nach der Geburt beträgt der Wassergehalt 80 bis 85 % vom Gewicht des lebenden Tieres, sinkt aber in der Periode des raschen Wachstums allmählich bis auf etwa 60 %, während bei zunehmendem Alter und namentlich, wenn das Tier in einen gemästeten Zustand übergeht und also immer fettreicher wird, die Gesamtmenge des Wassers (mit Einschluß des Wassers vom Magen- und Darminhalt) nur noch 40 bis 50 % des Lebendgewichtes ausmacht. Diese Veränderungen im Wassergehalt betreffen alle Teile des Tierkörpers, am wenigsten das Blut, am meisten das Knochensystem; in den Knochen des neugebornen Tieres sind gegen

70, in denen des erwachsenen und stark gemästeten Tieres der gleichen Gattung oft kaum 20 % enthalten. Es ist klar, daß derartige Verschiedenheiten im Wassergehalt bei der Beurteilung des Nähreffektes einer bestimmten Fütterungsweise bezüglich der Zunahme des Lebendgewichtes beachtet werden müssen.

Im tierischen Organismus sind die mehr oder weniger festen Teile, also die aus zusammengruppierten Zellen gebildeten Gewebe dem Gewichte nach weitaus vorherrschend über die Flüssigkeiten oder tierischen Säfte. Die in den Blut- und Chylusgefäßen zirkulierenden Flüssigkeiten nehmen höchstens 7 bis 9 % vom Lebendgewicht in Anspruch, bei älteren und sehr fetten Tieren nur 4 bis 6 %; die Verdauungssäfte aber und sonstigen Sekrete und flüssigen Ausscheidungen, obgleich sie in einem Zeitraum von 24 Stunden in beträchtlicher Menge produziert werden, können gleichwohl kaum als Bestandteile des Tierkörpers in Betracht kommen, da sie in jedem Augenblick neu entstehen, aus dem Blut direkt oder indirekt sich abscheiden, teilweise auch in die Blutbahn zurückkehren oder nach außen hin in der Form von allerlei Zersetzungsprodukten aus dem Körper austreten, um durch die aufgenommene Nahrung wiederum den nötigen Stoff zur Neubildung zu erhalten, während das Blut selbst, trotz fortwährender Aufnahme und Abgabe in seiner Menge und chemischen Beschaffenheit sehr konstant bleibt.

Die frischen Knochen betragen, je nach Art, Alter und Ernährungszustand des Tieres, 6 bis 12 % vom Gewicht desselben, die Muskeln und Sehnen 30 bis 48 % und das Fett, soweit solches von Nieren, Netz, Darm und aus dem Fleisch abgelöst werden kann, 5 bis 40 %. Hierbei ist zu bemerken, daß die frischen Knochen noch 20 bis gegen 50, die Muskeln aber 60 bis über 75 % Wasser enthalten. Wenn man aus den Resultaten der bei verschiedenen landwirtschaftlichen Tieren vorliegenden Untersuchungen das Mittel nimmt, so erhält man für die Knochen 8,9 %, für Fleisch und Sehnen 40,1 und für das mechanisch ablösbare Fett 23,9 % des Lebendgewichtes; der Rest = 27,1 umfaßt das beim Schlachten auslaufende Blut, Haut und Haare, die sämtlichen Eingeweide nebst dem Inhalt von Magen und Darm. Über die prozentigen Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile von Rindvieh, Schaf und Schwein giebt die im Anhang mitgeteilte Tabelle V Auskunft. Ich will nur noch erwähnen, daß die Menge und das Gewicht des Magen- und Darminhalts sehr verschieden ist, je nachdem die Tiere bis zur völligen Sättigung ein mehr oder weniger verdauliches Futter verzehren, also namentlich die Wiederkäuer im Beharrungs- oder Mastzustande sich befinden. In einigen Versuchen, welche in Hohenheim mit Hammeln von gleicher Rasse und gleichem

Alter ausgeführt wurden, betrug der Inhalt von Magen und Darm bei Fütterung vorherrſchend mit Stroh durchſchnittlich 22,3 %, bei Verabreichung von Wieſenheu nebſt kleinen Mengen von Bohnenſchrot 15,7 und bei wirklicher Maſtfütterung nur 9,4 % des Lebendgewichtes der Tiere. Maſtſchweine ergeben beim Schlachten eine noch niedrigere Verhältniszahl, nämlich 4 bis 6 %. Das Geſamtgewicht aller einzelnen Teile nach Abzug des Inhalts von Magen, Darm und Harnblaſe bezeichnet man als das „Reingewicht" des Tieres.

Die Trockenſubſtanz des Tierkörpers beſteht aus organiſchen und anorganiſchen Stoffen, und die erſteren ſind teils ſtickſtofffreie, teils ſtickſtoffhaltige Subſtanzen. Unter den ſtickſtoffreien Stoffen iſt das Fett weitaus vorherrſchend; es findet ſich in geringer Menge im Blut, meiſtens nur 0,1 bis 0,3 % desſelben betragend, in größerer Menge in der Nervenſubſtanz und im Knochengewebe, vorzugsweiſe aber in beſondern Zellen oder Geweben (Bindegeweben, Fettgeweben) eingeſchloſſen unter der Haut, an den Nieren, am Netz und Gekröſe, im Fleiſch zwiſchen den zu Bündeln vereinigten Muskelfaſern. Die dünne Membran, woraus die Zellwandungen der Fettgewebe gebildet ſind, iſt eine ſtickſtoffhaltige Subſtanz und beträgt nur 0,8 % vom Gewichte des ganzen Gewebes, wenn dieſes mit Fett ganz angefüllt iſt, bei geringerem Fettgehalt jedoch bis zu 4 % und darüber. Die Menge des Waſſers im friſchen Fettgewebe ſteht in einem beſtimmten Verhältnis zu dem Gehalt an Membranſubſtanz, etwa wie 5 — 6 zu 1, ſo daß die Waſſermenge von 4 bis zu über 24 % ſchwankt, je nachdem die Zellen des Gewebes mehr oder weniger mit Fett beladen ſind. Die meiſten Fettzellen enthalten in dem lebenden Tierkörper, alſo bei der Temperatur der Körperwärme, flüſſiges, völlig durchſichtiges Fett, jedoch iſt die Konſiſtenz des letzteren in den verſchiedenen Organen eine ungleiche; es erſtarrt mehr oder weniger leicht zu einer butterartigen und feſten Maſſe, je nachdem die öligen oder feſten Fettkörper vorherrſchen. Auch iſt das Ausſehen, ſowie der Geruch und Geſchmack der den verſchiedenen Tierarten oder verſchiedenen Teilen des Tierkörpers entnommenen Fettmaſſen ſehr wechſelnd, wegen Beimiſchung kleiner Mengen von Farbſtoffen und allerlei flüchtigen Körpern; aber dies hat auf die Elementarzuſammenſetzung der Fette, welche eine ſehr konſtante iſt, faſt gar keinen Einfluß. Auf der Verſuchsſtation Weende z. B. fanden E. Schulze und Reinecke bei der Unterſuchung von 28 Sorten Hammel-, Ochſen- und Schweinefett, wozu man die einzelnen Proben ganz verſchiedenen Teilen des Tierkörpers und meiſt auch verſchiedenen Individuen entnommen hatte, im Kohlenſtoffgehalt nur Schwankungen von 76,27 bis 76,85 %, im Waſſerſtoffgehalt von 11,76 bis 12,16 und im Sauerſtoffgehalt von 11,00 bis 11,94 %;

im Durchschnitt aller Analysen enthielt das Fett 76,5 Kohlenstoff, 12,0 Wasserstoff und 11,5 % Sauerstoff, und fast ganz dieselbe Zusammensetzung ergab sich für die Fettsubstanzen von Pferden, Hunden, Katzen und Menschen.

Hiernach kann man das Gesamtfett des Tierkörpers, ungeachtet der mannigfachen Modifikationen, welche es bei dem Übergange von einem Organ in das andere erleidet, als ein ziemlich gleichartiges Ganzes zusammenfassen, und es ist sehr bemerkenswert, daß auch das im Pflanzenreiche gebildete und also mit dem Futter von den Tieren aufgenommene Fett fast dieselbe Elementarzusammensetzung und ganz ähnliche Eigenschaften hat. Die Menge aber des Fettes, welche im Tierkörper, aus dem im Futter enthaltenen oder nach der Neubildung aus anderweitigen Bestandteilen des Futters, sich ablagert, ist oftmals eine überaus große. Im Körper der gemästeten Wiederkäuer und Schweine kann die Fettmenge 25 bis über 40 % von dem Lebendgewicht dieser Tiere betragen, d. h. doppelt und dreimal so viel, als im ganzen an wasserfreier, stickstoffhaltiger Substanz gleichzeitig vorhanden ist. In dem Körper der mageren Tiere sinkt freilich der Fettgehalt bedeutend und ist die Gesamtmenge der stickstoffhaltigen Substanz vorherrschend.

Alles, was außer dem Fett an *stickstofffreien* organischen Stoffen im Tierkörper vorkommt und als normaler Bestandteil desselben angesehen werden muß, ist der Menge nach höchst unbedeutend, wenn auch für die Funktionen der betreffenden Organe und Flüssigkeiten oft von Wichtigkeit. So enthält der Magensaft, auch der Fleischsaft stets *Milchsäure*, und dieselbe ist in kleinen Bruchteilen eines Prozentes ebenfalls im Blut und in fast allen tierischen Flüssigkeiten nachgewiesen worden. Auch *Zucker* findet man im Blut, aber höchstens bis zu einem Gehalt von 0,1 %, nur in dem Blut der Lebervenen ist die Menge eine etwas größere, und die Substanz der Leber selbst ist verhältnismäßig reich an einem zuckerartigen oder zuckerbildenden Körper (Glykogen); ebenso enthalten die Muskeln kleine Mengen von einem eigentümlichen, stickstofffreien und dem Zucker in der Zusammensetzung und einigen seiner Eigenschaften ähnlichen Stoff, dem *Inosit*. Ferner kommen in der Galle verschiedene stickstofffreie organische Verbindungen vor, sowie auch unter den sogenanten Extraktstoffen der tierischen Säfte und Gewebe allerlei stickstofffreie Substanzen vorhanden sind. Aber alle diese Stoffe sind dem Gewichte nach unbedeutend und verschwinden fast vollständig gegenüber den großen Mengen von Fett und stickstoffhaltigen Substanzen im gesamten Tierorganismus.

Von *stickstoffhaltigen* Bestandteilen des Tierkörpers kommen hier hauptsächlich dreierlei Gruppen in Betracht, nämlich die Eiweißstoffe, die leimgebenden Substanzen und die Horngebilde. Die weitaus wich-

tigsten sind die Eiweißstoffe, denn an diese und die aus ihnen bestehenden Organe sind vorzugsweise alle Äußerungen des tierischen Lebens gebunden, sie liefern auch das Material, aus welchem die beiden anderen Stoffgruppen hervorgehen, während die letzteren, einmal gebildet, allem Anschein nach nicht wieder in Eiweißsubstanz umgewandelt werden und deren Funktionen im tierischen Ernährungsprozeß nicht zu übernehmen vermögen.

Die Eiweißstoffe finden sich in allerlei Modifikationen, je nach den verschiedenen Organen und Flüssigkeiten, deren Hauptbestandteile sie bilden, und alle diese Modifikationen erleiden fast fortwährend unter dem Einfluß des Lebensprozesses eine gegenseitige Umwandlung. Man unterscheidet zunächst drei Arten von Eiweißstoffen: das Albumin (Eiweiß im engeren Sinne des Wortes), Fibrin (tierischer Faserstoff) und Kaseïn (Käsestoff). Das Albumin ist in allen tierischen Flüssigkeiten vorherrschend, besonders im Chylus oder Milchsaft, in dem farblosen Blutserum, sowie in dem flüssigen, durch den Blutfarbstoff rot gefärbten Inhalt der Blutkügelchen, ferner in dem Safte des Fleisches und der Nervensubstanz. Bekanntlich hat das Albumin die Eigenschaft, daß es gerinnt und als eine flockige Masse sich ausscheidet, wenn man die wässerige Lösung desselben oder die Flüssigkeiten, welche es enthalten, bis auf 70 oder 80° C. erhitzt; nach dem Gerinnen ist das Eiweiß in reinem Wasser nicht mehr auflöslich.

In dem Blut ist neben dem Albumin auch Fibrin aufgelöst enthalten; das letztere aber gerinnt schon bei gewöhnlicher Temperatur in wenigen Augenblicken, sobald das Blut aus dem lebenden Tierkörper herausgenommen worden ist, zu einer gallertartigen Masse, welche die sämtlichen Blutkörperchen einschließt, dadurch den Blutkuchen bildet und von dem farblosen Blutserum sich abscheidet. Von dem Blutfibrin ist das Fleischfibrin, der Hauptbestandteil aller Muskelfasern, dadurch verschieden, daß es in organischer Struktur, in der Form von mannigfach gestalteten und zusammengruppierten Zellen auftritt. Das Fleischfibrin (Myosin) verhält sich in manchen seiner chemischen Reaktionen etwas anders als das geronnene Blutfibrin, aber es wird ebenso, wie alle unlöslichen Modifikationen der Eiweißstoffe durch den Einfluß der Verdauungssäfte leicht wiederum in lösliches Eiweiß oder in „Pepton" umgeändert. Das Kaseïn endlich findet sich in beträchtlicher Menge nur in der Milch, es ist ein Produkt der Milchdrüse und deren Thätigkeit, und daher nicht als allgemeiner Bestandteil des Tierkörpers zu betrachten. Es gerinnt nicht beim Erhitzen der Milch; die zähe Haut, welche beim Verdampfen der letzteren auf deren Oberfläche sich bildet, ist eine unter dem Einfluß der Luft veränderte Substanz. Dagegen scheidet sich der Käsestoff im geronnenen Zustand fast vollständig aus,

wenn man die Milch mit einer kleinen Menge von Kälberlab bei einer bestimmten Temperatur in Berührung bringt, oder nach Zusatz von etwas Essigsäure, Milchsäure und allerlei anderen Substanzen mäßig erwärmt, sowie ebenfalls beim Sauerwerden der Milch.

Alle Eiweißstoffe enthalten als wesentliche Bestandteile Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, außerdem gleichfalls in organischer Verbindung mit den anderen Elementen etwas Schwefel, und zwar sind diese Bestandteile in so konstanten Mengenverhältnissen zugegen, daß man die verschiedenen Eiweißstoffe kaum nach ihrer prozentigen Zusammensetzung von einander unterscheiden kann; vielmehr kommen bei einem und demselben Eiweißkörper, wenn derselbe aus verschiedenen Organen oder Organismen abgeschieden worden ist, oft ebenso große Schwankungen in der Zusammensetzung vor, als wenn man Eiweißstoffe von jeder der drei oben erwähnten Hauptarten in Untersuchung nimmt. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 52—54 %, der Wasserstoffgehalt etwa 7 %, der Stickstoffgehalt 15—17 %, der Sauerstoffgehalt 21—24 und der Schwefelgehalt 1—1,5 %. Gewöhnlich nimmt man als mittleren Stickstoffgehalt 16 % an und berechnet daraus, wenn dieser Bestandteil durch direkte Analyse in einer eiweißhaltigen Substanz bestimmt worden ist, die Gesamtmenge des Eiweißes durch Multiplikation mit der Zahl 6,25 ($6{,}25 \times 16 = 100$). Der Phosphor, welcher die Eiweißstoffe meistens begleitet, scheint darin im oxydierten Zustande als Phosphorsäure, aber nicht in organischer Verbindung enthalten zu sein und ist daher nicht als ein durchaus wesentlicher Bestandteil des Eiweißes anzusehen.

Die leimgebenden Substanzen nehmen an dem Aufbau des tierischen Organismus dem Gewichte nach kaum einen geringeren Anteil als die Eiweißstoffe. Es besteht daraus die stickstoffhaltige organische Substanz der Knochen und Knorpel, sowie zum größten Teil die Masse der Sehnen, Bänder, Kapseln, aller Bindegewebe und der tierischen Haut. Durch anhaltendes Kochen mit Wasser werden die leimgebenden Substanzen vollständig gelöst und in tierischen Leim verwandelt; ihre Elementarzusammensetzung ist derjenigen der Eiweißstoffe sehr ähnlich, nur enthalten sie im allgemeinen etwas weniger an Kohlenstoff (50—51 %), und die Knorpelsubstanz auch an Stickstoff (etwa 15 %), während die leimgebende Substanz der Knochen, Sehnen und Haut im Gegenteil reicher an Stickstoff ist (ca. 18 %). Auch fehlt der organisch gebundene Schwefel entweder ganz, oder die Menge desselben ist geringer als in den Eiweißstoffen.

Was die Horngebilde betrifft, so finden sich dieselben hauptsächlich an der äußeren Körperfläche, in dünner Schicht als Oberhaut (Epidermis) oder in eigentümlich geformten Geweben, als Haare, Wolle,

Hörner, Nägel, Hufe, Klauen, Federn ꝛc. Alle diese Gebilde enthalten in der aschefreien Trockensubstanz übereinstimmend 50—51 % Kohlenstoff, gegen 7 % Wasserstoff, 16—17 % Stickstoff, 20—22 % Sauerstoff und 3—5 % organisch gebundenen Schwefel. Im wesentlichen ist also nur der Schwefelgehalt größer, das Verhältnis der übrigen Bestandteile aber fast dasselbe, wie in den Eiweißstoffen und den leimgebenden Substanzen.

Man sieht, daß alle im Tierkörper vorherrschend auftretenden organischen stickstoffhaltigen Substanzen eine sehr ähnliche und durchschnittlich fast dieselbe Elementarzusammensetzung haben, wie das reine Eiweiß, aus welchem sie sämtlich direkt oder indirekt im Prozeß der Ernährung und des Wachstums entstanden sind. Diese Übereinstimmung ergab sich auch aus einigen Untersuchungen, welche in England von Lawes und Gilbert mit ganzen Tieren, mit Ochsen, Schafen und Schweinen im mageren und fetten Zustande und zwar in der Weise ausgeführt wurden, daß man die Gesamtmenge von Wasser, fixen Mineralstoffen, Fett und sonstiger organischer Substanz, sowie in der letzteren den Stickstoffgehalt genau ermittelte. Die sonstige organische Substanz umfaßte also alles, was in den Tieren außer dem Fett an organischen Stoffen enthalten war und stimmte der Menge nach fast vollkommen überein mit dem Eiweißquantum, welches durch Rechnung, nämlich durch Multiplikation des direkt gefundenen Stickstoffes mit der Zahl 6,25 (s. o.) sich ergab. Die Differenz betrug 0 bis höchsteus 0,6 % vom Lebendgewicht des betreffenden Tieres, und im Mittel aller Untersuchungen war die sonstige organische Substanz 14,67 und das aus dem Stickstoffgehalt berechnete Eiweiß 14,83 % vom Reingewicht der Tiere. Hieraus ersieht man zugleich, daß diejenigen organischen Stickstoffverbindungen, welche außer den eigentlichen Eiweißstoffen, den leimgebenden Substanzen und Horngebilden im Tierkörper vorkommen und z. B. Bestandteile des Fleischsaftes, der Galle ꝛc. bilden, wegen ihrer verhältnismäßig geringen Menge keinerlei wesentlichen Einfluß ausüben auf die Elementarzusammensetzung, zunächst den prozentigen Stickstoffgehalt der organischen Substanz des Tierkörpers überhaupt.

Bezüglich der fixen Mineralstoffe, der Aschenbestandteile des Tierkörpers bemerke ich, daß die Gesamtmenge derselben in abgerundeten Zahlen bei Rindvieh 4—5, bei Schafen 2,8 bis 3,5 und bei Schweinen 1,8 bis 3,0 % von dem Lebendgewicht der Tiere beträgt, und zwar im fetten Zustand der letzteren dem angegebenen Minimum, im mageren Zustand dem Maximum sich nähernd. Phosphorsäure und Kalk sind in ziemlich gleichen Mengenverhältnissen zugegen und nehmen mit einander etwa $^4/_5$ von der gesamten Mineralsubstanz in Anspruch, während

das letzte Fünftel aus Kali, Natron, Magnesia, Eisen, Chlor, Schwefelsäure, Kohlensäure und zu ganz geringem Teil aus Kieselsäure besteht; der Schwefel, welcher in organischer Verbindung, wie oben erwähnt wurde, als Bestandteil der meisten stickstoffhaltigen Tierstoffe auftritt, ist hierbei außer Rechnung gelassen.

In den Knochen ist bekanntlich die Menge der Mineralstoffe (Knochenasche) eine besonders große, und beträgt im Durchschnitt bei mittlerem Alter der erwachsenen Tiere ziemlich $^2/_3$ der wasser- und fettfreien Substanz; bald nach der Geburt sind nur etwa 50, im höheren Alter dagegen oft bis zu 75 % an feuerfester Substanz in den getrockneten Knochen zugegen und die äußeren festen Zellenschichten, namentlich der Röhrenknochen sind immer reicher, die inneren mehr porösen Massen etwas ärmer an Aschenbestandteilen. Die gesamte Knochenasche besteht ungefähr zu $^7/_8$ aus phosphorsaurem Kalk, der Rest ist kohlensaurer Kalk nebst kleinen Mengen von Magnesia, Fluorcalcium und Natronsalzen. Auf die fettfreie Trockensubstanz der Knochen berechnet ergiebt sich an Phosphorsäure etwa 27, an Kalk 38, an Kohlensäure 3—4 und an Magnesia nur 0,5 bis höchstens 1 %. Die frischen Knochen sind oft reich an Fett und zwar gewöhnlich um so mehr, je älter das betreffende Tier war und in einem je fetteren Zustand es sich befand; in gewissen Krankheiten, z. B. bei weit vorgeschrittener Knochenbrüchigkeit steigert sich der Fettgehalt manchmal bis über 40 %, und dann ist oft die Menge des phosphorsauren Kalkes bedeutend vermindert, die des kohlensauren Kalkes entsprechend vermehrt.

Der Kalk ist in den Knochen über die Phosphorsäure vorherrschend, während diese Differenz für den ganzen Tierkörper wiederum ziemlich sich ausgleicht, weil die weicheren Gewebe und auch alle tierischen Säfte verhältnismäßig reicher an Phosphorsäure sind als an Kalk, wenn auch die absolute Menge der Phosphorsäure darin keine große ist. So enthält z. B. das frische fettfreie Fleisch, bei etwa 25 % Gesamt-Trockensubstanz, 0,6—0,8 % Phosphorsäure; in der Nervensubstanz findet man ähnliche Mengen von Phosphorsäure, in dem Blut dagegen, sowie im Chylus und in den Verdauungssäften bedeutend weniger, nur 0,1 bis 0,2 %. Im Fleisch, Blut und Chylus ist der Kalkgehalt ein verschwindend kleiner, beträgt kaum 0,01 bis 0,02 %, nur in den Verdauungssäften steigt er bis auf 0,1 und 0,2 %.

Die Magnesia scheint für den Aufbau und die Erhaltung des Organismus der Säugetiere eine ziemlich unwesentliche Substanz zu sein, wenigstens tritt dieselbe gegenüber dem Kalk sehr zurück, ihre Gesamtmenge erhebt sich kaum bis zum 30sten und 40sten Teil von derjenigen des Kalkes. Freilich darf man aus der geringen Menge

eines im Tierkörper vorkommenden Mineralstoffes nicht schließen, daß derselbe für die normale Gestaltung und Erhaltung der Lebensfunktionen bedeutungslos sei. Man sieht dies an dem Eisen, welches als Eisenoxyd berechnet, von dem Lebendgewicht z. B. der landwirtschaftlichen Tiere nur 0,013—0,042 % (durchschnittlich bei mageren Tieren 0,035, bei fetten 0,023 %) beträgt und gleichwohl einen sehr wesentlichen Bestandteil des Blutes (der roten Blutkügelchen, des sogenannten Hämoglobins) ausmacht, bei der Blutbildung eine wichtige Rolle spielt und geradezu bedingend ist für die Erhaltung eines gesunden Zustandes im ganzen Organismus. Aus Versuchen in München von Hößlin mit jungen Hunden von 10—20 kg Lebendgewicht ergab sich, daß eine Zufuhr im Futter von nur 4—6 mg Eisen pro Tag zwar genügte, um das weitere Wachstum des Körpers (Muskeln, Leber ꝛc.) zu ermöglichen, daß aber dabei eine Zunahme der Menge des Hämoglobins im Blut gar nicht oder doch nicht in einem dem Wachstum des Gesamtkörpers entsprechenden Grade stattfand. Als Allgemeinerscheinungen traten dabei starke Bläße der sichtbaren Schleimhäute, ferner rasche Ermüdung der Tiere und Beschleunigung der Pulsschläge auf. Ferner ergab sich, daß bei der allmählichen Abnahme des Hämoglobingehaltes die relative Menge des Blutes anfangs nur wenig sich verminderte, dann aber in stärkerem Grade zu sinken begann, wenn der prozentige Gehalt des Blutes an Hämoglobin sich dem äußersten Minimum, welches zum Leben noch notwendig ist, genähert hatte, d. h. von ursprünglich 14 bis auf 8 und 7 % gesunken war.

Auch die Menge der Alkalien im Tierkörper, sowie von Chlor (hauptsächlich als Chlornatrium vorkommend) ist keine große, aber diese Stoffe sind gleichwohl notwendige Bestandteile aller derjenigen Säfte und Gewebe, in welchen der ganze Ernährungsprozeß mit besonderer Lebhaftigkeit sich vollzieht und also in jedem Augenblick Zerstörung und Neubildung erfolgt. Sie werden daher auch fortwährend mit den Endprodukten des Stoffwechsels aus dem Körper ausgeschieden und nur unter dem Einfluß einer neuen und entsprechenden Zufuhr kann der Ernährungsprozeß nach allen Richtungen hin seinen normalen Verlauf haben.

Es ist sehr bemerkenswert, daß das Kali in allen vorzugsweise lebensthätigen Zellengebilden beträchtlich über das Natron vorherrscht, so namentlich in der Muskel- und Nervensubstanz, auch in den Blutkörperchen gegenüber dem Blutserum; es scheint daher das Kali bei Bildung der Zellen in den betreffenden Geweben und bezüglich der Funktionen derselben eine wichtige Rolle zu spielen. Dagegen findet man in den Knorpeln von Alkalien fast nur Natron, ebenso in den Knochen; jedoch ist der Gehalt der letzteren, nach deren vollkommenen

Ausbildung ein äußerst geringer. Außerdem ist das Natron, hauptsächlich in der Form von Chlornatrium ein charakteristischer Bestandteil des Blutserums und des Chylus, sowie aller Verdauungssäfte und schleimigen Substanzen im Tierkörper. Die angedeutete Verteilung der beiden Alkalien im tierischen Organismus, deren Menge in den einzelnen Geweben und Säften ist eine sehr konstante, obgleich die absolute Menge nur gering ist und auf 100 kg Lebendgewicht kaum mehr als im ganzen etwa 300 g beträgt. Aber bei der fortdauernden Ausscheidung der Alkalien mit der Harnflüssigkeit würde der Ernährungsprozeß sehr bald wesentliche Störungen erleiden, wenn nicht eine fast tägliche Erneuerung stattfände. Dies wird auch bewiesen durch die Resultate von Versuchen, welche auf der landwirtschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf und namentlich in den tierphysiologischen Instituten der Universität Bonn und München, an letzterem Ort von J. Forster ausgeführt worden sind. Diese Versuche ergaben, daß die Tiere bei einem sehr salzarmen Futter rasch erkranken oder ganz zugrunde gehen und daß der Mangel an Kali ebenso nachteilig wirkt, wie der Mangel an Natron oder an Kalk und Phosphorsäure. Dies ist nicht allein bei jungen, noch im raschen Wachstum begriffenen Tieren zu beobachten, sondern auch im völlig ausgebildeten Zustand derselben.

In München benutzte man zu den Versuchen völlig ausgewachsene Tiere, nämlich Tauben und große Hunde, bei denen man nicht allein die Einnahmen und Ausgaben, sondern in einem Versuch nach Beendigung desselben, auch die sämtlichen Organe des Tieres einer sorgfältigen chemischen Prüfung unterwarf. Die Tauben wurden mit möglichst salzfrei gemachtem Käsestoff und Stärkemehl, die Hunde mit mehrfach ausgekochtem und extrahiertem Fleischmehl und Fett, teilweise unter Zusatz von salzfreiem Stärkemehl gefüttert. Hierbei zeigten sich stets dieselben Erscheinungen; sämtliche Tiere wurden nach wenigen Tagen infolge des Salzhungers stumpf und teilnamslos, es stellte sich eine rasch zunehmende Muskelschwäche ein, namentlich in den Extremitäten, und gegen Ende des Versuches bei Krämpfen und Zittern eine große Erregbarkeit des Nervensystems. Die Verdauung aber, sowie das Verhalten der resorbierten Nährstoffe, war ganz ebenso, wie im normalen Zustand, und als eine Taube, welche zur täglichen Aufnahme der nötigen Futtermenge gezwungen worden war, nach 13tägiger Versuchsdauer nach wiederholten, heftigen Krampfanfällen verendete, zeigte sich das Tier noch immer wohl genährt und mit ganz gesunden Organen ausgestattet. Dasselbe war auch bei einem Hund der Fall, welcher nach 24 Versuchstagen getötet wurde, nachdem die Erscheinungen der Stumpfheit, Muskelschwäche und nervösen Erregbarkeit fortwährend zugenommen und zuletzt den höchsten Grad erreicht hatten.

Solange man den Tieren noch die nötige Menge und Art von organischer, verbrennlicher Nahrung beibringen kann, erfolgt eine normale Verdauung, Resorption und Zersetzung derselben im Organismus, auch bei Ausschluß der betreffenden Nährsalze. Nur in den letzten Lebenstagen wird vom Tier wegen allgemeiner Körperschwäche und dadurch bedingter Störung der Lebensfunktionen die freiwillig aufgenommene oder zwangsweise beigebrachte organische Nahrung nicht mehr verdaut, sondern durch Erbrechen wieder ausgestoßen; der Tod aber tritt bei Salzhunger oft schon ein, wenn auch der ganze Ernährungszustand des Körpers noch ein kräftiger ist und das Tier selbst bei völliger Entziehung aller verbrennlichen Nährstoffe noch mehrere Tage hätte leben können. Man muß daraus entnehmen, daß die an allen Versuchstieren beobachteten Erscheinungen der Schwäche und Stumpfheit ausschließlich und direkt die Folge sind von dem Mangel an Salzen in der Nahrung, und daß der verhältnismäßig rasche Tod dadurch bewirkt wird, daß die für die normale Beschaffenheit der tierischen Säfte und Organe und für deren Funktionen wesentlichen Salze sich daraus abscheiden und mit dem Harn aus dem Körper austreten. Dies wurde auch bestätigt durch die nähere Untersuchung der einzelnen Organe des einen Versuchshundes. Es ergab sich nämlich, daß bei fortgesetztem Salzhunger Blut, Muskel und Gehirn um etwa 10% an Wassergehalt abgenommen hatten; die Gesamtmenge der Asche war im Blut um 29,9%, in den Muskeln um 6,2 und im Gehirn um 4,7% vermindert, und die Menge der Phosphorsäure betrug im Blut um 16,6%, in den Muskeln um 7,5% weniger, als bei normalem Zustand, an Chlor ergab sich in dem Blut eine Abnahme von 31,1% seines sonstigen Gehalts. An dem Gesamtverlust der Phosphorsäure beteiligten sich das Blut, die Muskeln und die übrigen Weichteile mit zusammen 33,5%, die Knochen mit 66,5%. Bei einem ähnlichen Versuch hatte das Tier an Kalk in den Muskeln 56%, im Blut 40% und im Skelett 2,7% des ursprünglichen Gehalts verloren. Der erwähnte Verlust an Phosphorsäure und sonstigen Mineralstoffen ist für das Blut und alle Weichteile des Körpers ein schon sehr bedeutender und muß störend auf die Funktionen der betreffenden Organe einwirken, während der Verlust der Knochen bei der großen Masse der in ihnen enthaltenen Phosphorsäure ꝛc., oft kaum durch die chemische Analyse nachgewiesen werden kann. Letzteres fand auch Weiske in Proskau in Versuchen mit Milchziegen, welche teils sehr phosphorsäurearm, teils sehr kalkarm gefüttert wurden und bei denen der Tod nach etwa 50tägiger Versuchsdauer erfolgte; die Knochen zeigten bei der chemischen Analyse ganz denselben prozentigen Gehalt an Phosphorsäure und Kalk, wie im gesunden Zustand der Tiere. Selbst bei $2\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Monate

alten Lämmern wurde bezüglich der Knochen keinerlei Verschiedenheit von der normalen Zusammensetzung beobachtet, als die Tiere 55 Tage lang sehr phosphorsäurearm und kalkarm gefüttert wurden, und dabei in einen elenden, dem Tode nahen Zustand gerieten.

Es kann aber recht wohl die Gesamtmenge der Asche in den Knochen abnehmen oder nicht in normaler Weise zunehmen, ohne daß das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Mineralstoffe eine wesentliche Veränderung erleidet. Solches wird namentlich bei jungen rasch wachsenden Tieren leicht stattfinden, wenn man ihnen in der Nahrung eine ungenügende Menge von Kalk und Phosphorsäure oder von einem dieser beiden wichtigen Knochenbestandteile zuführt; sie werden dann wie man sagt rhachitisch, das Skelett erlangt keine rechte Festigkeit und es treten an den Extremitäten Lähmungserscheinungen auf, während die Muskeln und alle Weichteile des Körpers vielleicht zu einer ganz normalen Ausbildung gelangen. Dies beobachtete E. Voit in Versuchen, welche im physiologischen Institut der Universität München ausgeführt wurden, und zwar zeigte sich naturgemäß die betreffende Krankheit, aus der angegebenen Ursache und nicht etwa, wie es auch der Fall sein kann, als Folge von anhaltenden Verdauungsstörungen, besonders häufig bei jungen Individuen von größeren Tiergattungen oder Tierrassen und wird also auch bei den landwirtschaftlichen Nutztieren entsprechend leicht vorkommen; man muß immer beachten, daß ein Lamm täglich etwa 2, ein junges Schwein wenigstens 3 und ein Kalb 15 bis 18 g Kalk und fast ebensoviel Phosphorsäure allein zur normalen Ausbildung des Knochensystems bedarf.

Die in einigen Gegenden bei völlig ausgewachsenen Tieren, insbesondere bei Rindvieh vorkommende Knochenbrüchigkeit wird ebenfalls mit einer zu großen Armut des Futters an Kalk oder Phosphorsäure in Zusammenhang gebracht; in der That scheint dies durch Versuche, welche man mit Tauben und Hunden angestellt hat, bestätigt zu werden, sowie durch die Erfahrung, daß bei vermehrter Zufuhr der genannten Mineralstoffe in der Nahrung jene Krankheit wieder verschwindet oder der Ausbreitung derselben entgegengewirkt werden kann. Bei volljährigen, größeren Tieren kann allerdings unter natürlichen Verhältnissen meist nur in langen Zeitperioden, im Verlaufe von Jahren durch Armut des Futters an Mineralstoffen nach und nach ein krankhafter Zustand herbeigeführt werden. Denn der Mineralbedarf der völlig ausgewachsenen Tiere an Nährsalzen ist, ausgenommen bei reichlicher Milchproduktion, kein beträchtlicher und vielleicht wesentlich geringer, als man gewöhnlich glaubt.

Die im Körper vorhandenen Salze sind zweierlei Art, in erster Linie nämlich solche, welche als notwendige Bestandteile zur Konstitution

der Gewebe oder Säfte gehören und daher in mehr oder weniger festen Verbindungen mit der organischen Substanz sich befinden; dies sind die eigentlichen Körpersalze, sie bilden den weitaus größeren Teil der überhaupt vorhandenen Mineralstoffe und zeigen unter sich, sowie gegenüber der organischen Substanz nach erfolgter Ausbildung und im gesunden Zustand des Organismus im allgemeinen sehr konstante Mengenverhältnisse. Außerdem ist bei reichlicher Ernährung ein anderer weit geringerer Teil von Salzen einfach in den Säften gelöst, ohne festere Verbindungen einzugehen; diese Salze können den Säften wohl innerhalb enger Grenzen eine größere Konzentration verleihen, aber niemals in irgendwie beträchtlicher Menge sich ansammeln. Sie werden rasch mit dem Harn aus dem Körper wieder entfernt und zu ihnen gesellen sich diejenigen Salze, welche bei dem normalen Zerfall und der Oxydation der verbrennlichen Stoffe frei werden oder in Verbindung treten mit den Endprodukten des Stoffwechsels. Die zuletzt erwähnten Salze werden nicht augenblicklich in ihrer ganzen Menge bei dem Durchgange des Blutes durch die Nieren ausgeschieden, sondern sie bleiben zum Teil in den kreisenden Säften noch aufgelöst und können sich abermals mit organischen Substanzen, namentlich mit Eiweißstoffen verbinden, wenn diese bei salzarmer, aber sonst genügender Nahrung aus dem Verdauungskanal in den Kreislauf der tierischen Säfte übergehen. Hiermit in Übereinstimmung zeigte sich auch bei den oben erwähnten, von Forster ausgeführten Versuchen, daß die Ausscheidung der Salze gerade bei der reichlichsten Zufuhr von verbrennlichen, aber möglichst salzarmen Stoffen am geringsten war, geringer selbst als im völligen Hungerzustande der Tiere. Dies beweist, daß der ausgewachsene Tierkörper bezüglich der konstituierenden Salze eine große Sparsamkeit beobachten und mit einem Minimum sich behelfen kann; gleichwohl darf die Salzzufuhr nicht unter eine gewisse Grenze sinken, denn die Ausscheidung kann wohl vermindert, aber niemals ganz aufgehoben werden. Wenn die Zufuhr eine durchaus ungenügende ist, so giebt der Körper fortwährend Salze ab und geht dadurch mehr oder weniger rasch zugrunde.

In der Praxis bei der Fütterung von volljährigen Tieren, wenn diese in einem mittleren Ernährungszustand verbleiben sollen oder der Mästung unterworfen werden, ist nicht wohl zu befürchten, daß jemals ein Mangel an Nährsalzen eintritt, es werden dieselben vielmehr ganz gewöhnlich in großem Überschuß vorhanden sein. Nur das Kochsalz macht hiervon in gewisser Hinsicht eine Ausnahme, wie unten näher erörtert werden soll. Junge, im raschen Wachstum begriffene Tiere bedürfen natürlich, wie schon erwähnt wurde, relativ und absolut weit mehr an Phosphorsäure und Kalk, als erwachsene, und es läßt sich das zur normalen Ausbildung erforderliche Minimum dieser Stoffe

pro Tag und Kopf aus der Zusammensetzung des völlig ausgebildeten Tierkörpers berechnen. Da man dem Jungvieh allgemein reichliche Mengen von besonders leicht verdaulichem Futter vorzulegen pflegt, z. B. Körner und Körnerabfälle, auch Kartoffeln und Rüben, und darin die Phosphorsäure über den Kalk weitaus vorherrscht, so wird auch oft eine Extrazufuhr des letzteren Mineralstoffes zunächst in Betracht kommen und ohne wesentliche Kosten in der Form von geschlämmter Kreide oder bei Kälbern auch nur von weichen Kalk-Leckſteinen bewirkt werden können; diese Kalkbeigabe möchte bei jungen Schweinen, wenn sie in möglichst kurzer Zeit bis zu einem hohen Lebendgewicht gebracht werden sollen, wegen der gewöhnlichen Beschaffenheit des Futters dieser Tiere noch mehr am Platze sein, als bei dem Rindvieh. Auch muß die Ernährung der Milchkühe unter Beachtung der im Gesamtfutter enthaltenen Menge des Kalkes und der Phosphorsäure geschehen. Wir werden hierauf in einem anderen Abschnitt dieser Ausarbeitung zurückkommen, wenn von der rationellen Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere die Rede sein wird.

Unter den in der Praxis vorhandenen Verhältnissen wird bei Pflanzenfressern gewiß niemals eine Störung in den Lebensfunktionen der Tiere stattfinden wegen ungenügender Zufuhr von Kali. Die zur Ausbildung und Erhaltung des Tierkörpers unentbehrliche Menge dieses Stoffes ist überreichlich in fast jedem vegetabilischen Futtermittel, und namentlich in jedem Gesamtfutter vorhanden, welches man den landwirtschaftlichen Tieren vorlegt. Eine in neuester Zeit als kräftiges Futter, zunächst für Schweine, in den Handel gebrachte Substanz, nämlich der Rückstand von der Fleischextraktfabrikation, das südamerikanische Futterfleischmehl, enthält freilich äußerst wenig und für den Bedarf des Tierkörpers nicht genügend Kali; aber es wird keinem Landwirt einfallen, dieses Futtermittel ausschließlich zu verabreichen. Eine lohnende Wirkung kann man von dem Fleischmehl nur erwarten, wenn man dasselbe in kleineren Portionen neben stickstoffarmen Futtermitteln den Tieren darbietet, z. B. neben Kartoffeln, Maisschrot, Gersteschrot u. dgl., und alsdann ist in dem Gesamtfutter so viel Kali vorhanden, daß die Kaliarmut des Fleischmehls nicht in Betracht kommt.

Anders verhält es sich mit dem Natron, insbesondere dem Chlornatrium. Wenn das letztere in den Tierkörper eingeführt wird, so setzt es sich teilweise mit anderen hier vorhandenen Salzen um und trägt bei zur Zellen- und Säftebildung. Außerdem aber äußert das Kochsalz auch als solches günstige Wirkungen, indem es den Übergang der Nährstoffe, namentlich der Eiweißsubstanzen aus dem Verdauungskanal in den Kreislauf der tierischen Säfte, die „Diffusionsfähigkeit" jener Stoffe oder deren „Resorption" erleichtert, sowie innerhalb ge-

wisser Grenzen die Saftströmung im Organismus beschleunigt und damit den Umsatz der Nährstoffe, überhaupt die Energie des Stoffwechsels erhöht. Hierzu ist, wie es scheint, ein gewisser Überschuß von Chlornatrium erforderlich, welcher rasch den Körper durchkreist und der Aufnahme entsprechend mit dem Harn wiederum ausgeschieden wird. Der Salzbedarf macht sich besonders bei einigen Gattungen von Pflanzenfressern geltend, vielleicht weil sie das Bestreben haben, der natürlichen Trägheit ihrer Lebensfunktion entgegenzuwirken, die Energie des Stoffwechsels zu erhöhen, und wiederum steigert sich der Salzbedarf, wenn sie, wie meistens bei unseren landwirtschaftlichen Haustieren der Fall ist, dem Zwang der fast ausschließlichen Stallfütterung unterworfen sind und dabei durch reichliche Ernährung zu einer möglichst hohen Produktionsthätigkeit bestimmt werden sollen.

Bei vegetabilischer Nahrung ist das Bedürfnis nach Salz im allgemeinen ein weit größeres als bei animalischer Nahrung. Die Fleischfresser verzehren in ihrem Futter, namentlich in der Form von lebenden Tieren, ziemlich gleiche Mengen von Natron, beziehungsweise Chlornatrium, und von Kali; ebenso ist in der Milchnahrung das Verhältnis beider Alkalien noch ein günstiges, in der Kuhmilch z. B. durchschnittlich etwa wie 1 : 3 bis 4. Auch im wildlebenden Zustand und auf einer guten ständigen Weide haben die Pflanzenfresser Gelegenheit, mit hinreichend natronhaltigem Futter sich zu sättigen, demselben nachzugehen; die sog. Salzweiden sind bekanntlich meistens durch die Produktion eines vorzugsweise kräftigen und gedeihlichen Futters ausgezeichnet. Dagegen sind die Tiere bei der Stallfütterung gezwungen, oft große Massen von kalireichen und natronarmen, sowie fast chlorfreien Futtermitteln aufzunehmen; derartige Futtermittel sind die Kartoffeln, die Körner und Körnerabfälle von Cerealien und Leguminosen, und selbst die gewöhnlichen Rauhfutterarten enthalten unter häufig vorkommenden Boden- und Kulturverhältnissen neben einem großen Reichtum an Kali nur sehr geringe Mengen Natron. Das letztere aber und das Chlor sind wesentliche Bestandteile des Blutes und aller tierischen Säfte und sie werden auch, wie durch direkte Versuche nachgewiesen worden ist, bei besonders reichlicher Aufnahme von Kaliverbindungen rascher und in erhöhtem Grade mit dem Harn ausgeschieden; dadurch verarmt das Blut aus Chlornatrium, das Bedürfnis solches wiederum zu ersetzen, wird ein immer größeres, der ganze Organismus verfällt in einen krankhaften Zustand und geht schließlich zugrunde, wenn dieses Bedürfnis längere Zeit hindurch keine Befriedigung findet. Diese Thatsachen und Betrachtungen lassen deutlich erkennen, daß man das Kochsalz für die landwirtschaftlichen Nutztiere und auch für den

Menschen, namentlich für die ärmeren Volksklassen, die vorherrschend von Brot und Kartoffeln leben und nur wenig Fleischspeise sich verschaffen können, als ein unentbehrliches Nahrungsmittel, keineswegs als ein bloßes Genußmittel anzusehen hat. Freilich mag das durchaus unentbehrliche Quantum von Kochsalz kein großes sein, der tierische Organismus kann damit auch sparsam haushalten und mit einer verhältnismäßig geringen Menge sich ins Gleichgewicht setzen; aber ein gewisser Überschuß ist immer zuträglich, wenn er auch nur dazu dient, um dem Futter der Tiere eine größere Schmackhaftigkeit zu verleihen. In dieser Hinsicht ist das Kochsalz ein wahrer Segen geworden für den lohnenden und intensiven Betrieb der ganzen Landwirtschaft.

Bei aller Mannigfaltigkeit im Bau und in der chemischen Beschaffenheit des tierischen Organismus, sowie in den physiologischen Funktionen der einzelnen Organe, gestaltet sich doch im ganzen und großen der tierische Ernährungsprozeß sehr einfach und läßt sich für unsere Zwecke nach seinem allgemeinen Verlauf und Erfolg in wenigen Zügen schildern. Man kann, wie im vorhergehenden nachgewiesen wurde, den ganzen Tierkörper in schematischer Auffassung ansehen als bestehend einfach aus Eiweiß, Fett, Wasser und fixen Mineralstoffen. Von diesen Bestandteilen wird durch den Lebensprozeß, durch die zusammenwirkende Thätigkeit aller Gewebe und Säfte in jedem Augenblick eine gewisse Menge zerstört und bei dem Zerfall der Stoffe die für innere oder äußere Bewegungen verbrauchte Kraft, sowie die nach außen hin abgegebene Wärme wiederum ersetzt. Um der völligen Zerstörung des Organismus entgegenzuwirken, denselben vielmehr in einem normalen Zustand zu erhalten, muß man ihm eine entsprechende Nahrung darbieten, ihm solche Stoffe zuführen, welche den im Lebensprozeß zerstörten gleich oder ähnlich sind, in den Säften und Geweben zur Assimilation gelangen können, und zwar muß die Zufuhr eine um so reichlichere sein, wenn es darauf ankommt, nicht allein das Zerstörte zu ersetzen, sondern auch ein Wachstum, überhaupt eine vermehrte Produktion zu ermöglichen. Wir lassen hier das Wasser und die Mineralsalze, von welchen letzteren schon vorläufig die Rede war, unberücksichtigt und betrachten den Stoffwechsel im Tierkörper nur bezüglich der organischen verbrennlichen Bestandteile desselben und der zugeführten Nahrung.

Die organischen Stoffe, welche aus dem Verdauungskanal, so lange hier noch Reste der aufgenommenen Nahrung vorhanden sind, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergehen, also „resorbiert“ werden, sind ganz vorherrschend Eiweiß, Fett und Zucker. Dies gilt zunächst für den Pflanzenfresser, während der Fleischfresser, z. B. der

Hund in einem ziemlich mittleren Ernährungszuſtand ſich erhalten, alle im Lebensprozeß erlittenen Verluſte erſetzen kann, wenn er nur Eiweiß (fettfreies Fleiſch) nebſt Waſſer und den nötigen Mineralſalzen als tägliches Futter aufnimmt. Aber auch die Ernährung des Fleiſchfreſſers iſt weſentlich erleichtert, ſowie ein reichlicher Anſatz, ein raſches Wachstum erſt ermöglicht, wenn zu dem Nahrungseiweiß noch Fett hinzukommt oder unter Umſtänden ein Teil des letzteren durch Kohlehydrate (Stärkemehl, Zucker ꝛc.) erſetzt wird, welche bekanntlich bei der Fütterung aller Pflanzenfreſſer und der von gemiſchter Nahrung lebenden Tiere eine beſonders wichtige Rolle ſpielen.

Das Eiweiß tritt teils als ſolches in ſeinen verſchiedenen löslichen Modifikationen aus dem Verdauungskanal in die Blut- und Chylusgefäße ein, teils aber, nachdem es unter dem Einfluß des Magenſaftes in ſog. Pepton verwandelt worden iſt. Das letztere wird nach erfolgter Reſorption, wie die Reſultate von neueren Ernährungsverſuchen beweiſen, zum Teil wenigſtens wiederum in Eiweiß zurückverwandelt und kann alsdann zum Aufbau tieriſcher Gewebe dienen. Jedoch wird auch das Eiweiß ſelbſt keineswegs im Magen allein nach dieſer Umänderung, ſondern anſcheinend faſt in der ganzen Länge des Darmkanals von den auffaugenden Kapillaren der Gefäße reſorbiert.

Was die in der Nahrung enthaltenen Fettſtoffe betrifft, ſo werden ſie wohl zum größeren Teil als ſolche oder in einem unter Mitwirkung der Galle und des Bauchſpeichels (Pankreasſaft) nur wenig veränderten Zuſtand in Form einer feinen Emulſion in die Gefäße des Tierkörpers übergehen; es iſt nicht nötig, daß zu dieſem Zweck, wie man behauptet hat, vorher im Verdauungskanal eine vollſtändige Verſeifung ſtattfinde. Die tieriſche Membran muß durchdringbar ſein für die reine Fettſubſtanz, weil ſonſt die Anſammlung derſelben im Fettgewebe bei der Mäſtung, ſowie das Verſchwinden aus den ringsum abgeſchloſſenen Zellen bei der Abmagerung der Tiere unbegreiflich wäre. Der Zucker endlich, welcher ſo leicht und direkt aus den Verdauungsorganen in die Blutgefäße aufgenommen wird, iſt teils in dem Futter der pflanzenfreſſenden und von gemiſchter Nahrung lebenden Tiere ſchon fertig gebildet vorhanden, teils entſteht derſelbe im Verdauungsprozeß aus anderweitigen Beſtandteilen des Futters; das Stärkemehl, überhaupt dasjenige, was von den ſog. ſtickſtoffreien Extraktſtoffen *) der Verdauung unterliegt, vielleicht auch ein Teil der Rohfaſer (Holzfaſer), verwandelt ſich zunächſt in Zucker oder eine zuckerähnliche Subſtanz und gelangt erſt nach dieſer Umwandlung zur Reſorption.

*) Vergl. den Abſchnitt über die Verdaulichkeit des Futters.

Während fast unaufhörlich ein immer frischer Strom von Nährstoffen durch das Mittel des Gefäßsystems aus dem Verdauungskanal in alle einzelnen Teile des Tierkörpers sich ergießt, tritt demselben in der Blutbahn ein Strom von Sauerstoff entgegen. In der Wechselwirkung zwischen der zugeführten Nahrung, dem eingeatmeten Sauerstoff und allen Zellengebilden des Tierkörpers sind die Bedingungen gegeben für die im Lebensprozeß auftretenden Erscheinungen; in dieser Wechselwirkung haben wir die Quelle zu suchen für Kraft und Wärme, sowie die Gesetze aufzufinden, nach welchen die Bildung und Zerstörung, der Ansatz und Verlust von Fleisch und Fett im tierischen Organismus erfolgt. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft dringt von den Lungen aus in die Blutbahn ein; er wird von den Blutkügelchen absorbiert, diese sind die Träger des Sauerstoffes, durch deren Vermittelung derselbe mit allen Organen des Körpers in Berührung gebracht wird, und hier, sowie im Blute selbst seine zerstörende, d. h. oxydierende Wirkung ausübt. In einer Abhandlung von C. Voit und Pettenkofer heißt es: „Die Blutkügelchen sind mit kleinen Fahrzeugen zu vergleichen, welche auf der Hauptverkehrsstraße, dem Eiweißstrome, mit Sauerstoff einerseits, mit Kohlensäure andererseits, im Körper eines erwachsenen Mannes bis zu $2^1/_4$ kg täglich beladen hin- und herfahren, und diese ohne Geräusch verdichteten Gase ex- und importieren. Bei Nacht, wo das Kohlensäureexportgeschäft mehr ruht, ist das Importgeschäft des Sauerstoffes um so lebhafter, und es werden damit die entferntesten Gegenden des Körpers mit Vorrat für die Mühen des nächsten Tages versehen."

Die Menge des eingeatmeten und in die Blutbahn übergehenden Sauerstoffes ist keineswegs durch die Zahl und Tiefe der Atembewegungen bedingt, sondern durch dessen *Verbrauch*, also zunächst durch den Zerfall der Stoffe in den Geweben und im Blute, sodann auch durch die Zahl und normale Beschaffenheit der Blutkügelchen; sie wird beeinflußt durch die Art der Nahrung und durch die Masse der Organe. Bei reichlicher Einweißzufuhr ist die Zahl der Blutkügelchen vermehrt und damit auch die Möglichkeit einer reichlicheren Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Verhältnissen gegeben; bei kräftigerem Ernährungszustand, bei größerer Masse der Organe ist die Anziehung für den Sauerstoff verstärkt und kann zugleich eine reichlichere *Aufspeicherung* desselben in den Organen stattfinden. Nach Versuchen nämlich, welche von C. Voit im physiologischen Institut zu München an gesunden Menschen, und von Henneberg auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Weende an Ochsen ausgeführt wurden, hat es den Anschein, daß zur Zeit der Ruhe oder in den Ruhepausen eine gewisse Menge von Sauerstoff im Körper sich ansammelt, um sodann

wiederum während der Arbeit, zur Bildung von Kohlensäure rasch Verwendung zu finden.

Die Stoffe zerfallen nach bestimmten Regeln, zunächst unabhängig vom Sauerstoff, in den Zellen bei dem Durchgang der Ernährungsflüssigkeit durch dieselben, in der Blutbahn (Blutzellen oder Blutkörperchen) wie in den Geweben, überall wo eine Zellenthätigkeit vorhanden ist; die zuerst entstehenden Spaltungsprodukte ziehen den Sauerstoff an und regeln dessen Aufnahme im Respirationsprozeß. Die Stoffzerlegung im Organismus muß als das Primäre, die Sauerstoffaufnahme als das Sekundäre angesehen werden, während man früher glaubte, daß umgekehrt die erstere durch die letztere bedingt sei. Wenn durch vermehrte Nahrungszufuhr oder durch starke Muskelarbeit die Stoffzerlegung sich erhöht und beschleunigt, dann wird sekundär auch mehr Sauerstoff aufgenommen, damit die betreffenden Zersetzungsprodukte verbrannt und aus dem Körper ausgeschieden werden können.

Von den in den Kreislauf der Säfte übergegangenen und mit allen Organen in Berührung kommenden Nährstoffen wird der Zucker besonders rasch zerstört, im Respirationsprozes verbrannt oder sonst umgewandelt. Im Körper des Pflanzenfressers gelangt ein enormes Quantum von Zucker oder zuckerähnlicher Substanz aus dem Verdauungskanal in die Blutbahn, bei einem volljährigen Ochsen im Verlaufe von 24 Stunden oft 6 bis 9 kg, und gleichwohl enthält das normale Blut des Tieres stets nur geringe Mengen von Zucker (höchstens 0,1 bis 0,2 %) und nirgends findet eine Ablagerung und Ansammlung desselben statt. Dies läßt sich nur erklären durch die nach und nach, während der ganzen Dauer des Verdauungsprozesses erfolgende Resorption des Zuckers, sowie dadurch, daß das Blut in kaum einer Minute seinen Kreislauf durch alle Teile des Körpers vollendet und dabei der Zucker rasch der Zerstörung unterliegt.

Die Eiweißsubstanz der Nahrung, soweit sie überhaupt zerstört wird, zerfällt durch die Zellenthätigkeit, direkt oder mit allerlei Zwischenstufen, in Harnstoff und Fett.*) Bei den Pflanzenfressern bilden sich auch, je nach der Fütterungsweise und je nach der Tiergattung, wechselnde Mengen von Hippursäure, aber immer nimmt die letztere einen weit geringeren Teil des Stickstoffes der zerstörten Eiweißsubstanz in Anspruch, als der Harnstoff und oft verschwindet sie fast vollständig aus der Reihe der gebildeten und aus dem Körper austretenden Stoffwechselprodukte. Der Harnstoff wird rasch wiederum von dem Blut aufgenommen, in den Nieren aus demselben ausgeschieden und mit dem

*) Vergleiche das Kapitel der Fettbildung im Tierkörper.

Harn nach außen hin entfernt; er kann und darf nirgends im gesunden Organismus sich ansammeln, man findet davon in dem normalen Blut und in den Geweben stets nur unbedeutende Spuren, obgleich die Gesamtmenge, welche täglich z. B. im Körper eines Ochsen gebildet wird, zuweilen 500 g und noch mehr beträgt. Der Harnstoff ist eine leicht krystallisierbare, in Wasser sehr lösliche Substanz, und es ist bemerkenswert, daß alle tierischen Membrane für krystallisierbare Stoffe (Krystalloïde) leichter durchdringbar sind, als für amorphe und gallertartige Körper (Kolloïde), wie Gummi, Leim, Eiweiß ꝛc. Es erklären sich hieraus manche im Ernährungsprozeß auftretende Erscheinungen, wie die rasche Entfernung des im Stoffwechsel fortwährend neu sich bildenden Harnstoffes, der leichte Übergang des Zuckers aus dem Verdauungskanal in das Blut, die rasche Resorption und Wiederausscheidung der oft in großem Überschuß mit der Nahrung aufgenommenen Mineralsalze ꝛc.

Aus 100 Teilen von wasserfreiem Eiweiß kann der darin enthaltene Stickstoff in der Form von 33,5 Teilen Harnstoff sich abspalten; der Rest des Eiweißes = 66,5 Teile enthält unter Aufnahme und Mitwirkung von 12,3 Teilen Wasser die Elemente zur Bildung von 51,4 Teilen Fett und 27,4 Teilen Kohlensäure (Henneberg). Das aus dem Eiweiß gebildete Fett wird je nach den Umständen im Körper des Tieres abgelagert werden, oder für die Milchproduktion Verwendung finden, oder auch im Respirationsprozeß einer vollständigen Oxydation unterliegen. Man muß dasselbe stets demjenigen Fett zurechnen, welches fertig gebildet in der Nahrung enthalten war und daraus im Verdauungskanal resorbiert worden ist, wenn man die Wirkung einer bestimmten Fütterungsweise richtig beurteilen will. Jedoch ist zu beachten, daß nach den Ergebnissen direkter Versuche das im Tierkörper aus Eiweiß gebildete Fett leichter mit dem vorhandenen Sauerstoff sich verbindet, also leichter verbrennt, als das mit der Nahrung fertig gebildet aufgenommene und resorbierte Fett, und dieses wiederum leichter, als dasjenige, welches schon am Körper abgelagert, in den Zellen der Fettgewebe eingeschlossen ist.

Aber auch das Fett, mag es aus der Nahrung herstammen oder im Tierkörper neu gebildet sein, scheint bei seiner Zerstörung nicht direkt mit dem eingeatmeten Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser sich zu verbinden, sondern zunächst eine Umwandlung, und zwar in Zucker zu erleiden, um alsdann erst im Respirationsprozeß zu verbrennen. Aus 100 Teilen reiner Fettsubstanz können durch Anlagerung von Sauerstoff und Wasser 189 Teile wasserfreier Traubenzucker entstehen, diejenige Zuckerart, welche im Tierkörper die wichtigste Rolle spielt. Diese Umwandlung ist vorzugsweise bei der gestörten

Zellenthätigkeit im Körper des Harnruhrkranken deutlich zu beobachten; aber auch im gesunden Organismus kann, wie man annehmen muß, aus Eiweiß und Fett ebensoviel Zucker erzeugt werden, wie bei der hochgrädigsten Zuckerharnruhr, nur verbrennt dieser Zucker alsdann rasch, es werden kaum Spuren davon mit dem Harn ausgeschieden.

Nach den hier entwickelten Anschauungen würde also der Zersetzungsprozeß im Tierkörper im ganzen und großen sich sehr einfach gestalten und es schließlich allein der Zucker sein, welcher im Respirationsprozeß zu Wasser und Kohlensäure verbrennt. Das Fett verwandelt sich in Zucker und unterliegt erst nach dieser Umwandlung der Verbrennung; das Eiweiß zerfällt in Harnstoff und Fett, und das letztere wird wiederum erst nach seiner Umbildung in Zucker vollständig oxydiert. Natürlich handelt es sich nur darum, den betreffenden Prozeß nach seinem allgemeinen Verlauf zu schildern; im einzelnen treten dabei zahlreiche Zersetzungs- und Umwandlungsprodukte auf, welche als Bestandteile der tierischen Säfte oder Gewebe bei deren Funktionen mehr oder weniger thätig sind, hier aber unberücksichtigt bleiben können.

Der praktische Erfolg einer bestimmten Fütterungsweise, die *Nährwirkung* des Futters spricht sich zunächst aus, wenn wir vorläufig absehen von der Milch- und Wolleproduktion, in dem Ansatz von Fleisch und Fett am Körper der Tiere und in der Kraftproduktion. Wir haben daher die verschiedenen Momente näher zu erörtern, welche der Fleisch- und Fettbildung im allgemeinen günstig oder nachteilig sind und wodurch größere oder geringere Arbeitsleistungen der Tiere ermöglicht werden. Vorher aber wollen wir noch einen Blick werfen auf die *Methode* der in dieser Richtung angestellten Versuche, auf die Mittel und Wege, unter deren Beihilfe unsere Kenntnisse, namentlich über die Gesetze der Fleischbildung in neuerer Zeit wesentlich vermehrt und aufgeklärt worden sind.

Erst seit dem Jahr 1857, nachdem im tierphysiologischen Institut zu München von Bischoff und C. Voit als unzweifelhaft nachgewiesen worden war, daß man unter normalen und hierzu geeigneten Umständen den *sämtlichen Stickstoff der Nahrung* oder eine demselben fast genau entsprechende Menge in den „sensiblen" Ausscheidungen der Tiere (in Harn und Kot, beziehungsweise Milch, Haar und Wolle) wieder vorfindet und daß der *Stickstoff des Harnes* als sicherer Maßstab für die Art und Höhe des *Zerfalles von Eiweiß* im tierischen Organismus zu betrachten ist, erst seit dieser Zeit war eine zuverlässige Methode gegeben, mit deren Hilfe die „Gesetze der Fleischbildung" oder die Gesetze des Eiweiß-Umsatzes und Ansatzes erforscht werden konnten. Nachdem jene Thatsache zunächst bei reiner Fleischnahrung an Hunden festgestellt war, wurde dieselbe auch bald für die verschiedensten Er-

nährungsverhältnisse in Versuchen mit derselben Tierart und mit Menschen, sowie auf den Versuchsstationen Weende, Halle, Möckern, Proskau und Hohenheim bei der Fütterung von Ochsen, Kühen, Hammeln, Ziegen und Pferden in zahlreichen Beobachtungen bestätigt.

Die Mengen von Stickstoff, welche im gasförmigen Zustand als freier Stickstoff oder in der Form von Ammoniak den Körper verlassen, sind bei gesunden, verdauungskräftigen und nicht übermäßig angestrengten Tieren so unbedeutend, daß sie bei der Berechnung von „Stoffwechselgleichungen" ganz außer acht gelassen werden können. Da nun ferner das Eiweiß des gewöhnlichen Futters die darin vorherrschend enthaltene stickstoffhaltige Substanz ist und andererseits, wie wir gesehen haben, die sämtlichen stickstoffhaltigen Bestandteile des Tierkörpers durchschnittlich fast dieselbe Zusammensetzung haben, wie das Eiweiß oder wie reines fettfreies Fleisch, so genügt es, den genau ermittelten Stickstoffgehalt aller sichtbaren Ausgaben mit der Menge des Futterstickstoffs zu vergleichen, um daraus zu erkennen, ob und wie viel Fleisch (Eiweiß) am Körper angesetzt oder unter dem Einfluß der betreffenden Fütterungsweise vom Körper abgegeben, also verloren worden ist. In ähnlicher Weise muß die chemische Analyse des Futters und der Exkremente (resp. Milch ꝛc.) den etwaigen Ansatz oder Verlust von fixen Mineralstoffen (Phosphorsäure, Kalk ꝛc.) ergeben. Es ist selbstverständlich, daß hierbei die größte Sorgfalt auf eine vollständige Ansammlung der betreffenden Ausscheidungen verwandt werden muß, daß zu diesem Zweck allerlei geeignete Vorkehrungen und Apparate (Stalleinrichtungen, Kotbeutel, Harntrichter ꝛc.) erforderlich sind und daß man die einzelnen Versuchsperioden auf einen hinreichend langen Zeitraum auszudehnen hat, um auf solche Weise für den Durchschnitt von jedesmal 24 Stunden zu richtigen Mittelzahlen zu gelangen.

Während man auf dem angedeuteten Wege den Einfluß des verabreichten Futters auf den Ansatz oder Verlust von Eiweiß, überhaupt die allgemeinen Gesetze erforschen kann, nach welchen die Fleischbildung im Tierkörper erfolgt, ferner die Bestimmung des Harnstickstoffes oft allein schon genügt, um über die Höhe des Umsatzes oder Zerfalles von Eiweißsubstanz Aufschluß zu erhalten, müssen dagegen neben den flüssigen und festen Ausscheidungen auch diejenigen Endprodukte des Stoffwechsels, welche im gas- oder dampfförmigen Zustande den Körper verlassen, ihrer Art und Menge nach genau ermittelt werden, wenn es sich darum handelt, außer dem Verhalten von Eiweiß und fixen Mineralstoffen, auch dasjenige der Fettsubstanz und des Wassers im Körper festzustellen. Die Produkte der tierischen Respiration und Transspiration lassen sich hinreichend sicher nur mit Hilfe eines eigenen Apparates bestimmen, wie derselbe besonders zweckmäßig

zuerst in München konstruiert wurde und jetzt allgemein unter dem Namen des „Pettenkofer'schen Respirationsapparates" bekannt ist.

Das Prinzip, welches diesem Apparat zugrunde liegt, ist den an einem gewöhnlichen Zimmerofen zu beobachtenden Erscheinungen entnommen. „Solange der Kamin zieht, geht kein Rauch zu den Fugen und der Thür des Ofens hinaus, sondern es drückt die Luft von außen allseitig in den Ofen hinein, um nach dem Kamin zu gelangen. Wenn in dem Rohr, welches den Rauch vom Ofen nach dem Kamin führt, eine genaue Messung der in ihm sich bewegenden Luftmenge möglich ist, wenn ferner die Zusammensetzung der in den Ofen ein- und aus demselben austretenden Luft an einem Bruchteil derselben genau ermittelt werden kann, so hat man alle Faktoren in der Hand, welche man braucht, um zu bestimmen, was bei der Verbrennung im Ofen dem Luftstrome sich beimischt." An die Stelle des Ofens ist nun in dem betreffenden Apparat ein zur Aufnahme des Versuchsobjektes dienendes, aus Eisenblech konstruiertes kleines Zimmer („Salon") gesetzt, mit luftdicht eingekitteten Seitenfenstern, dagegen mit einer Thür, durch deren Fugen der äußern Luft ein ungehinderter Eintritt in den Kasten gestattet ist. Die Stelle des Kamins oder Schornsteins vertreten große Saugpumpen, die in beliebiger Hubhöhe von einem starken Uhrwerk gleichmäßig in Bewegung gesetzt werden, während zugleich eine kleine Dampfmaschine das kontinuierliche Aufziehen des Uhrwerks besorgt. Der aus dem Salon austretende Luftstrom wird mittelst einer großen Gasuhr genau gemessen, und um einen Bruchteil dieses Luftstromes und zu gleicher Zeit eine entsprechende Menge der äußeren in den Salon eintretenden Luft zu untersuchen, sind kleine Quecksilberpumpen thätig, die gleichmäßig stets einen aliquoten Teil Luft (etwa $^1/_{4000}$ der Gesamtmenge) den betreffenden Absorptionsapparaten zuführen. Das Wasser der Luft wird auf bekannte Weise durch Schwefelsäure absorbiert und gewogen, die aus dem Tierkörper gasförmig ausgeschiedene Kohlensäure aber auf die Weise ermittelt, daß die zu untersuchende Luft in feinen Bläschen durch eine bestimmte Menge Barytwasser von bekanntem Gehalt getrieben und letzteres nach Beendigung des Versuches auf seinen Gehalt an Ätzbaryt und damit zugleich an absorbierter Kohlensäure untersucht wird. Die Differenz im Wasser- und Kohlensäuregehalt der in den Salon eintretenden und aus demselben ausströmenden Luft ergiebt, unter Berücksichtigung der Größe des Gesamt-Luftstromes, die im Apparat hinzugekommenen Mengen der genannten Stoffe. Durch Einschieben einer geeigneten Vorkehrung läßt sich außerdem die Menge des von den Versuchsobjekten etwa ausgeatmeten Wasserstoffes und Kohlenwasserstoffes, sowie auf andere Weise auch das vielleicht in kleinen Mengen vorhandene Ammoniakgas bestimmen.

Wie man sieht, ist der beschriebene Apparat so eingerichtet, daß die darin befindlichen Tiere oder Menschen unter ganz normalen Verhältnissen existieren, d. h. unter gleichem Luftdruck und ziemlich in einer gleichen Atmosphäre, wie in einem gewöhnlichen Stall oder Zimmer. Es ist dies ein großer Vorteil, weil nur auf diese Weise, bei beliebig langer Ausdehnung des Versuches ganz zuverlässige, den natürlichen Verhältnissen durchaus entsprechende Resultate erzielt werden können. Freilich sind auch hierbei, namentlich wenn mit größeren landwirtschaftlichen Tieren experimentiert wird, allerlei Vorsichtsmaßregeln zu beobachten und Schwierigkeiten zu überwinden, auf deren Erörterung wir jedoch nicht eingehen können.

Der Nähreffekt einer bestimmten Fütterungsweise oder die der letzteren entsprechende Stoffwechsel-Gleichung wird nun, wenn die hierzu erforderlichen Elemente durch den direkten Versuch geliefert worden sind, aus der Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe berechnet. Aus der Differenz im Stickstoffgehalt des täglich verzehrten Futters und der täglichen „sensiblen" Ausscheidungen findet man zunächst durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 die Menge Eiweiß (trocknes Fleisch, frei von Asche), welche im Körper des Versuchstieres durchschnittlich in 24 Stunden entweder angesetzt oder auch zu Verlust gegangen ist. In ganz ähnlicher Weise ergiebt sich das Verhalten der mit dem Futter aufgenommenen Mineralstoffe, im ganzen wie im einzelnen. Um über den Einfluß des Futters auf das Gesamt-Fett im Tierkörper zu sicheren Rechnungsresultaten zu gelangen, hat man, wie erwähnt, neben dem Kohlenstoff im Harn und Kot, auch die Respirationsprodukte, die Kohlensäure und das etwa vorhandene Kohlenwasserstoffgas, genau zu ermitteln. Von der Differenz des Kohlenstoffes in den gesamten Einnahmen und Ausgaben wird zunächst die dem Ansatz oder Verlust von Eiweiß (mit 53 % Kohlenstoff) entsprechende Menge zu- oder abgerechnet und aus dem Rest durch Multiplikation mit dem Faktor 1,3 (genauer 1,307 bei 76,5 % Kohlenstoff im reinen Fett) die Menge des im Tierkörper angesetzten, beziehungsweise zerstörten Fettes gefunden. Die Veränderungen im Wassergehalt des Tierkörpers ergeben sich annähernd schon durch eine einfache Rechnung, wenn man nämlich die Summe der für Eiweiß, Mineralstoffe und Fett bekannten Werte mit der Zunahme oder Abnahme des Lebendgewichtes des Tieres vergleicht. Der im Prozeß des Stoffwechsels verbrauchte atmosphärische Sauerstoff bedarf keiner direkten Bestimmung, die Menge desselben läßt sich hinreichend genau berechnen, namentlich dann, wenn auch das in Dunstform aus dem Körper ausgetretene Wasser mit Hilfe des Respirationsapparates ermittelt wurde.

Zur weiteren Verdeutlichung des Vorstehenden mag hier eine Stoffwechsel-Gleichung dienen, welche auf einen in Weende mit voll-

jährigen Hammeln der Göttinger Landrasse (sog. Leine-Schaf) unter Henneberg's Leitung ausgeführten Fütterungsversuchs sich bezieht. Die Fütterung bestand hierbei ausschließlich aus Wiesenheu und Wasser, und die Zahlen sind auf ein Durchschnittstier von 47,8 kg Lebendgewicht und für einen Zeitraum von 24 Stunden berechnet; die mittlere Stalltemperatur während des Versuches betrug 10° C. Es ist selbstverständlich, daß ein etwaiger „Körperzuschuß" (Verlust an Körperbestandteilen) in die Konsumtion, ein „Körperansatz" dagegen in die Produktion gestellt werden muß.

Stoffwechsel-Gleichung	Trockensubstanz g	Wasser g	Mineralstoffe g	Kohlenstoff g	Wasserstoff g	Stickstoff g	Sauerstoff g
1. Konsumtion.							
2936,5 Futter u. Tränke:							
1216,0 Wiesenheu	997,3	218,6	67,9	460,1	85,8	18,1	584,0
6,0 Kochsalz	5,7	0,3	5,7	—	0,03	—	0,27
1714,5 Brunnenwasser	1,8	1712,7	1,6	0,1	191,3	—	1522,5
0,8 Körperzuschuß	0,8	—	0,8	—	—	—	—
587,6 atmosph. Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	587,6
Sa. 3524,9		1931,6	76,0	460,2	276,2	18,1	2694.4
2. Produktion.							
1814,5 Exkremente:							
1257,0 Kot	424,9	832,1	44,0	202,5	117,5	8,45	884,6
557,5 Harn	79,7	477,8	31,1	23,2	57,5	7,65	439,9
70,3 Körperansatz:							
9,5 Wolle (inkl. Schweiß u. Fett)	7,4	2,1	0,9	3,5	0,7	0,75	3,7
7,8 Fleischsubstanz	7,8	—	—	4,1	0,6	1,25	1,9
17,1 Körperfett	17,1	—	—	13,1	2,1	—	1,9
35,9 Wasser	—	35,9	—	—	4,0	—	31,9
1640,1 Respirationsprodukte:							
780,0 Kohlensäure	—	—	—	212,7	—	—	567,3
1,5 Grubengas	—	—	—	1,1	0,4	—	—
858,6 Wasser	—	858,6	—	—	95,4	—	763,2
Sa. 3524,9		2206,5	76,0	460,2	276,2	$18,_{10}$	2694,4

Der in den Gesamtausgaben gefundene Überschuß an Wasser = 274,9 g ist dadurch bedingt, daß im Prozeß des Stoffwechsels 30,55 g Wasserstoff der organischen Substanz zu Wasser verbrannt worden sind. Wenn man von dem ganzen Körperansatz die Wolle (9,5 g) und außerdem 0,8 Körperzuschuß (Mineralstoffe) abzieht, so ergiebt

sich 70,3 — 10,3 = 60,0 g als Zunahme an eigentlichem Körpergewicht (Fleisch, Fett und Wasser). Es hatte in dem vorliegenden Versuch ein Körperansatz, wenn auch nur ein unbedeutender, stattgefunden und das verabreichte Futter war also unter den vorhandenen Verhältnissen ein etwas reichlicheres, als zur bloßen Erhaltung des Tieres im unveränderten Ernährungszustand nötig gewesen wäre.

In denselben Versuchen wurden auch die Aschenbestandteile der Einnahmen und Ausgaben bestimmt und hierbei pro Tag und Kopf durchschnittlich gefunden:

In Ausgabe und Einnahme.	Kalk g	Natron g	Kalk g	Magnesia g	Phosphorsäure g	Schwefelsäure g	Chlor g	Kieselerde, Sand ꝛc. g	Asche im ganzen g
Ausgabe:									
Kot	1,14	1,43	9,35	3,67	4,03	0,86	—	22,32	42,80
Harn	18,01	3,09	0,40	1,14	0,07	1,31	8,41	0,43	32,86
Wolle	0,76	—	0,03	0,01	0,01	0,04	0,05	0,01	0,91
Summa der Ausgaben .	19,91	4,52	9,78	4,82	4,11	2,21	8,46	22,76	76,57
„ „ Einnahmen .	21,27	5,68	8,44	4,47	4,08	2,46	9,74	19,47	75,61
Differenz, minus . . .	1,36	1,16	—	—	—	0,25	1,28	—	—
„ plus	—	—	1,34	0,35	0,03	—	—	3,29	0,86

Die Minus-Differenz bezeichnet den Ansatz, dasjenige an Mineralsubstanz, was im Körper des Tieres zurückgeblieben ist, die Plus-Differenz dagegen den Verlust vom Körper. Jedoch ist zu beachten, daß der in den Ausgaben enthaltene Überschuß von Kieselsäure und Sand nicht von dem Tierkörper herstammt, sondern durch zufällige Verunreinigung des Futters ꝛc. bedingt ist. Nach den obigen Zahlen ist in diesem Versuch eine nicht unbedeutende Menge von Alkalien und Chlor im Körper zurückgehalten, dagegen etwas Kalk und Magnesia abgegeben worden, während bezüglich der Phosphorsäure fast völliges Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe vorhanden war.

Eine ähnliche Untersuchung wurde von Soxhlet auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Wien mit Saugkälbern von 44,2 bis 68,7 kg Lebendgewicht ausgeführt, bei ausschließlicher Ernährung derselben mit süßer Kuhmilch. Hierbei handelte es sich also um ein fast absolut verdauliches und bei jungen Tieren im hohen Grade produktives Futtermittel, so daß die Resultate einen interessanten Gegensatz bilden zu denen der obigen Versuche, bei welchen ausgewachsene Hammel durch Fütterung mit Wiesenheu in einem mittleren Ernährungszustande erhalten wurden oder doch nur eine geringe Körpergewichtszunahme stattfand. Letztere

betrug dagegen bei den Kälbern auf 50 kg Lebendgewicht durchschnittlich pro Tag 925 g und es lassen sich die Einnahmen und Ausgaben des Saugkalbes, für ein etwa 2—3 Wochen altes Durchschnittstier von 50 kg Körpergewicht und für einen Zeitraum von 24 Stunden, folgendermaßen berechnen:

	Trockensubstanz g	Stickstoff g	Eiweiß g	Kohlenstoff g	Fett g	Milchzucker g	Asche g	Phosphorsäure	Kalk g
Nahrung: Milch = 8093 g	965	39,2	245	488	237	422	62	19	15
Im Kot (91 g) ausgeschieden	22	2,2	13,5	9	0,5	—	1,6	0,2	0,5
Verdaut und resorbiert .	943	37,0	231,5	479	236,5	422	60,4	18,8	14,5
Desgl. in % d. Einnahme	97,7	94,4	94,4	98,2	99,8	100	97,4	99,0	96,7
Im Harn (5370 g) ausgeschieden	—	10,2	—	11,6	—	—	27,4	5,0	—
Respiration: 945 g Kohlensäure	—	—	—	258,6	—	—	—	—	—
Im Körper zersetzt . .	—	—	63,5	—	78,5	422	—	—	—
Im Körper angesetzt . .	—	26,8	168,0	209,8	158,0	—	33,0	13,8	14,5
Desgl. in % d. Einnahme	—	68,4	68,4	43,0	66,6	—	53,2	72,6	96,7

Zur Produktion der durch Haut und Lungen ausgeschiedenen Kohlensäure wurden verbrannt: 422 g Milchzucker, 78,5 g Nahrungsfett, 32,7 g Fett aus 63,5 g zersetztem Eiweiß abgespalten und der Rest von zersetztem Eiweiß nach Abspaltung von Fett und Harnstoff; darin waren in gleicher Reihenfolge an Kohlenstoff enthalten: 168,8 + 60,0 + 25,0 + 4,8, zusammen also 258,6 g. Die Zunahme an Körpergewicht betrug täglich 925 g und wurde bewirkt durch Ansatz von 168 g Eiweiß (überhaupt stickstoffhaltiger Körpersubstanz mit durchschnittlich 16 % Stickstoff), von 158 g Fett, 33 g Mineralstoffen und 566 g Wasser.

Aus obigen Beispielen von Stoffwechsel-Gleichungen kann man entnehmen, eine wie große Mühe und Sorgfalt aufzuwenden ist, um nur die Nährwirkung eines einzigen Futtermittels bei einer bestimmten Tiergattung einigermaßen sicher zu erforschen, und es wird wohl verständlich, daß die landwirtschaftliche Fütterungslehre, für welche auf dem angedeuteten Wege erst ganz neue Grundlagen haben geschaffen werden müssen, nur langsam nach allen Richtungen hin ihre vollkommene Ausbildung erlangen kann. Wenn es sich jedoch allein um die

Feststellung des Eiweiß-Umsatzes und Ansatzes im lebenden Tierkörper handelt, dann sind die betreffenden Versuche, wie schon hervorgehoben wurde, einfacher und weniger mühsam; es ist daher natürlich, daß die „Gesetze der Fleischbildung" bereits ziemlich genau erforscht worden sind, während wir hinsichtlich der näheren Umstände, unter welchen eine möglichst hohe und vorteilhafte Fett- und auch Kraftproduktion zu erzielen ist, noch mehr im Unklaren uns befinden.

Die Fleischbildung.

Von großer Bedeutung für die klare Erkenntnis der allgemeinen Gesetze der tierischen Ernährung war es, als im thierphysiologischen Institut der Universität München durch die Resultate zahlreicher Fütterungsversuche von C. Voit der Beweis dafür geliefert wurde, daß man bezüglich des im Tierkörper befindlichen Eiweißes zu unterscheiden hat zwischen dem stabileren Organeiweiß und dem leicht sich zersetzenden Zirkulationseiweiß. Das letztere umfaßt keineswegs die ganze Menge des Eiweißes, welche in dem Blut und Chylus fortwährend zirkuliert, sondern nur denjenigen Teil desselben, der in den Geweben die Zellen durchdringt, die Organe mit „Parenchymflüssigkeit" tränkt und also den eigentlich ernährenden „Plasmastrom" bildet.

Die Menge des Zirkulationseiweißes ist bei schlechter Ernährung nur gering, sie beträgt beim Hungern noch nicht 1% von dem Gewicht des Organeiweißes; der Vorrat wächst aber durch reichliche Eiweißzufuhr in der Nahrung und kann, wenigstens bei fleischfressenden Tieren, bis zu 5% vom Gewicht des Organeiweißes und darüber ansteigen. Mag nun die Menge des im Säftestrom durch die organisierten Gewebe zirkulierenden Eiweißes groß oder klein sein, immer wird der größere Teil desselben, gewöhnlich 70 bis 80%, im Verlauf von 24 Stunden zersetzt und dabei eine dem zersetzten Eiweiß genau entsprechende Menge von Stickstoff im Harn (als Harnstoff, Hippursäure ꝛc.) ausgeschieden, während von dem Organeiweiß höchstens 0,8% der Zerstörung anheimfällt. Das Maximum des letzteren, welches täglich zerstört wird, hat man durch Versuche mit hungernden Tieren ermitteln können; bei Hunger, also vollständiger Nahrungsentziehung, wird der Vorrat von Zirkulationseiweiß rasch aufgezehrt, und schon nach wenigen Tagen bezieht sich der im Harnstickstoff gemessene Eiweißumsatz nur auf diejenige Menge, welche von dem Organeiweiß täglich in Zirkulation gezogen wird und also dem Zersetzungsprozeß unterliegt. Bei genügender aber und reichlicher Ernährung wird die Menge des zerstörten Organeiweißes eine noch geringere sein; man darf keineswegs annehmen, wie es früher fast allgemein geschah, daß alle Organe im Tierkörper

einem raschen Stoffwechsel unterworfen sind und daß im Verlauf einer kurzen Reihe von Wochen gleichsam der ganze Organismus neu gebildet und aufgebaut wird. Dies ist nur bezüglich weniger Zellengebilde der Fall, indem z. B. die Blutkörperchen und auch die Zellen der Milchdrüse, letztere in der Zeit ihrer lebhaften Thätigkeit, rasch zerfallen und wiederum entstehen; aber bei weitem die meisten Organe haben, einmal gebildet, eine weit größere Beständigkeit, wenn auch der Zelleninhalt nach Menge und Beschaffenheit bei verschiedener Ernährungsweise des Tieres ein sehr wechselnder ist. Dagegen erleidet das Zirkulationseiweiß fortwährend eine Zerstörung. „Ein mächtiger Strom eiweißhaltiger Flüssigkeit verläßt beständig das Blut, badet die Organe und kehrt wieder zum Blute zurück. Auf diesem Wege und bei der Wechselwirkung der Zellen mit dem Plasma tritt die Zerlegung des flüssigen, nicht organisierten Eiweißes ein, vielleicht auf ähnliche Weise, wie wir bei unseren relativ groben osmotischen Versuchen oder durch Haarröhrchenanziehung Trennungen von chemischen Verbindungen bewirken können“ (Voit).

Daß in der That das Organeiweiß weit weniger leicht im Tierkörper dem Zerfall unterliegt, als das Zirkulationseiweiß, dafür sprechen auch mehr direkte Versuche, welche in München zuerst und sodann in Leipzig ausgeführt worden sind. Man hat nämlich an Hunden beobachtet, daß das lebende Blut, welches in seiner Hauptmasse als ein Organ anzusehen ist, bei der Überführung (Transfusion) in das Gefäßsystem von einem Tier in das andere weit länger der Zersetzung widersteht, als wenn man die gleiche Menge von nicht organisiertem Eiweiß auf dieselbe Weise dem betreffenden Tier beibringt oder auch das Blut als Futter verabreicht und also aus dem Verdauungskanal als Zirkulationseiweiß in den Kreislauf der Säfte eintreten läßt.

Die Gesetze der Fleischbildung sind zuerst an fleischfressenden Tieren, zunächst am Hund ermittelt worden; sie haben aber im wesentlichen für alle höher organisierten tierischen Wesen die gleiche Gültigkeit. Die einzelnen Tiergattungen unterscheiden sich allerdings hinsichtlich der von ihnen vorherrschend verzehrten Futtermittel, sowie hinsichtlich des größeren oder geringeren Verdauungsvermögens, welches sie für bestimmte Futtermittel besitzen; aber die eigentlichen Nährstoffe, die bei der verschiedensten Fütterungsweise aus dem Verdauungskanal resorbiert werden, sind überall dieselben, nämlich Eiweiß, Fett und Zucker, nebst Wasser und gewissen Nährsalzen. Da ferner, wenigstens in allen Säugetieren, die entsprechenden Organe nach ihrer Struktur, chemischen Zusammensetzung und ihren Funktionen fast völlig übereinstimmen, so müssen auch die Zersetzungsvorgänge einen gleichen Verlauf nehmen, d. h. die einmal resorbierten, in den Kreislauf der Säfte auf-

genommenen Stoffe, mit denen wir es hier allein zu thun haben, nach denselben Gesetzen zerfallen oder in dem Tierkörper zum Ansatz gelangen. Übrigens sind auch die bei dem Fleischfresser ermittelten Gesetze des Stoffwechsels in allen Versuchen, welche man in neuerer Zeit mit Pflanzenfressern, z. B. mit Ochsen, Kühen, Schafen, Pferden und Ziegen, angestellt hat, ihrem Wesen und ihrer Richtung nach vollständig bestätigt worden. Nur die schließliche Größe des Zerfalles oder Ansatzes kann eine verschiedene sein, je nach dem vorherrschenden Verhältnis, in welchem die einzelnen Nährstoffe bei normaler Ernährungsweise des betreffenden Tieres resorbiert werden. Jedoch ist das Resorptionsvermögen der Pflanzen- und Fleischfresser für einzelne Nährstoffe nicht so verschieden, wie man gewöhnlich glaubt; man hat z. B. beobachtet, daß ein Hund auf 1 kg Körpergewicht bis zu 15 g Stärkemehl täglich zu verdauen und zu resorbieren vermag, während eine gut genährte Milchkuh und selbst ein Mastochse auch nur 12 bis 18 g Kohlehydrate (stickstofffreie Nährstoffe) pro Tag und Kilogramm Lebendgewicht dem Futter entnimmt. Ähnliches beobachtet man bezüglich der Resorption von Eiweiß, nicht aber bezüglich des Fettes, welches von dem Fleischfresser in verhältnismäßig größerer Menge verdaut wird, als von dem Pflanzenfresser.

Umsatz und Ansatz von Eiweiß im Tierkörper lassen sich ihren Ursachen nach nicht immer scharf von einander trennen; oft ist beides gleichzeitig erhöht oder vermindert, oft aber auch mit vermindertem Umsatz der Ansatz erhöht oder umgekehrt. Ich will hier jedoch, der besseren Übersicht wegen, zunächst die Momente andeuten, durch welche der Eiweißumsatz beschleunigt und gesteigert wird, indem ich die Frage des Eiweißansatzes, der eigentlichen Fleischbildung, vorläufig unberücksichtigt lasse.

1. In erster Linie ist es die Eiweißzufuhr, welche die Höhe des Eiweißzerfalles im Tierkörper bestimmt und beherrscht. Im absoluten Hungerzustande sind alle Tiere Fleischfresser, sie zehren von dem eigenen Fleisch und Fett, und der Eiweißumsatz ist ein relativ geringer; derselbe beträgt z. B. bei einem großen Hund auf 1 kg Lebendgewicht in 24 Stunden etwa 1,2 g trockenes Eiweiß, bei einem Ochsen nur 0,33 bis 0,50 g. Bei mittlerer Ernährung werden pro Kilogramm Lebendgewicht von einem großen Hund, wenn derselbe ein passend gemischtes Futter verzehrt, ungefähr 5,0 g an Eiweiß täglich zerstört, von einer Milchkuh 1,8 g, von einem Menschen 2,0 g, von einem volljährigen ruhenden Ochsen nur 0,75 und von einem Schaf 1,2 g. Infolge sehr reichlicher Ernährung aber kann der Eiweißumsatz bis zum Doppelten und Dreifachen, bei der Mästung der Ochsen und Schafe bis zum Fünffachen des Verbrauches bei mittlerer Ernährung

ansteigen und bei ausschließlicher Fleischfütterung des Hundes sogar das Fünfzehnfache von dem betragen, was beim Hungern täglich an Eiweiß zerstört wird.

Die Menge des beim Hungern zerstörten Eiweißes liefert keineswegs, wie man früher geglaubt hat, einen richtigen Maßstab für den Bedarf der Tiere an verdaulichem Nahrungseiweiß, um sie in einem mittleren Ernährungszustand unverändert zu erhalten. Das hierzu erforderliche Quantum ist vielmehr ein beträchtlich, im allgemeinen 2 bis $2\frac{1}{2}$ fach größeres, und auch über dieses Minimum des Bedarfs hinaus steigt der Eiweißumsatz entsprechend der größeren Zufuhr. In der That tritt mit jedem Quantum Eiweiß, welches dem Tier über die zur Erhaltung desselben in einem mittleren Zustand erforderliche Menge hinaus gereicht wird, in kürzerer oder längerer Zeit „Stickstoffgleichgewicht" ein, d. h. es wird schließlich mit dem Harn und Kot (beziehungsweise Milch ꝛc.) täglich im Durchschnitt genau ebenso viel Stickstoff ausgeschieden, als mit der Nahrung aufgenommen wurde. Das reichlicher zugeführte und resorbierte Eiweiß wird im Körper zunächst zu Zirkulationseiweiß und unterliegt damit zum weitaus größeren Teil dem Zerstörungsprozeß. Das Stickstoffgleichgewicht erfolgt um so rascher, je stickstoffreicher die Nahrung ist und je mehr der Organismus in einem fettarmen Zustand sich befindet, im allgemeinen daher rascher bei fleischfressenden, als bei pflanzenfressenden Tieren. Sobald das Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist, der Körper dasselbe also, sei es durch Abgabe oder Ansatz von Fleisch- oder Eiweißmasse, erreicht hat, so ist auch meistens dieselbe Art und Menge der täglichen Nahrung erforderlich, um den alsdann vorhandenen Ernährungszustand unverändert zu erhalten. Einem jeden Körperzustand entspricht zu seiner Erhaltung, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, ein ganz bestimmtes Futter, und es kann bei den Tieren nicht wohl in demselben Sinne, wie bei den Pflanzen, von einer Luxuskonsumtion, d. h. von einer ganz unwirksamen und überflüssigen Aufnahme größerer Mengen von einzelnen Nährstoffen die Rede sein, obgleich allerdings sehr häufig eine Futterverschwendung in der Praxis vorkommt, insofern mehr Futter verabreicht und damit ein höherer Ernährungszustand der Tiere bewirkt wird, als zur vollkommenen Erreichung des augenblicklichen Zweckes der Fütterung erforderlich ist, so bei der Milch- und Wolleproduktion, auch bei der Fütterung der Zugtiere und des Jungviehes. Selbst bei der Mästung wird, wie später nachgewiesen werden soll, nicht selten mit einem etwas stickstoffärmeren Futter derselbe oder ein noch besserer Nähreffekt erzielt, als mit einem sehr stickstoffreichen Futter.

2. Aus dem Vorhergehenden ist schon ersichtlich, daß auch die gesamte Organmasse, und namentlich das Verhältnis, in welchem das

Zirkulationseiweiß zu dem Organeiweiß, sowie das ganze Körpereiweiß zum Körperfett vorhanden ist, also überhaupt der Ernährungszustand des Tieres einen Einfluß äußert auf die Höhe des Umsatzes, wenn auch in weit geringerem Grade als die Eiweißzufuhr. Bei großer Fleischmasse ist unter sonst gleichen Umständen der Umsatz etwas größer, als bei relativ geringer Fleischmasse, weil immer auch ein gewisser Teil des Organeiweißes der Zerstörung unterliegt. Man erkennt dieses besonders deutlich bei plötzlichen Futterveränderungen, wenn man z. B. von einer längere Zeit hindurch eingehaltenen stickstoffreicheren Fütterungsweise zu einer stickstoffärmeren übergeht. Alsdann ist in den ersten Tagen die Stickstoffausscheidung noch weit größer, als der verminderten Zufuhr entspricht, weil zunächst ein beträchtlicher Teil des vorhandenen Zirkulationseiweißes zerfällt, bis der Rest mit der Zufuhr sich ins Gleichgewicht gesetzt hat; aber auch später findet man noch längere oder kürzere Zeit hindurch in den Ausscheidungen einen Überschuß gegenüber der Stickstoffaufnahme, indem auch von dem Organeiweiß unter solchen Verhältnissen eine gewisse Menge zerstört wird, bis endlich nach allen Richtungen hin zwischen Ausgabe und Einnahme Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist und die geringere Eiweißzufuhr nun zur Erhaltung des schließlich erreichten Körperzustandes wiederum vollständig ausreicht. Wenn man aber nach Eintritt dieses Zustandes zu der ursprünglichen größeren Menge von Futtereiweiß zurückkehrt, so wird keineswegs ebensoviel Organeiweiß im Körper wieder angesetzt, als infolge der verminderten Eiweißzufuhr zerstört worden ist, sondern gewöhnlich weniger und das Stickstoffgleichgewicht wird also rascher erreicht, weil bei einseitiger Erhöhung der Eiweißzufuhr zunächst das Zirkulationseiweiß im Tierkörper und damit der ganze Eiweißumsatz zunimmt, während das Organeiweiß auf diesen Umsatz in weit geringerem Grade einwirkt. Nur unter geeigneten Umständen, von denen unten die Rede sein wird, kann man hierbei auch den Ansatz von Organeiweiß und damit gewöhnlich zu gleicher Zeit die Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere beschleunigen.

3. Eine mäßige Beigabe von Kochsalz zum täglichen Futter verstärkt die Saftströmung im Organismus und damit den Eiweißumsatz (bei ausschließlicher Fleischfütterung des Hundes nach Versuchen von C. Voit um durchschnittlich 4,5 % und ähnlich auch bei vegetabilischer Nahrung und wiederkäuenden Tieren), wobei das Kochsalz noch sonstige, schon früher (S. 17) hervorgehobene Vorteile gewährt, namentlich bei pflanzenfressenden Tieren. Die Beigabe von Kochsalz ist vorzugsweise am Platze, wenn eine größere Energie des Stoffwechsels und aller Lebensfunktionen erreicht werden soll, so bei Pferden und gut genährten Arbeitsochsen, bei Jungvieh, männlichen Zuchttieren ꝛc.,

während bei der Mästung nur so viel Salz gegeben werden darf, als die Schmackhaftigkeit des Futters und die normale Lebensthätigkeit der Tiere erfordert. Das Kochsalz ist ein harntreibendes Mittel, es wird unter seinem Einfluß die Harnmenge oft bedeutend gesteigert. Man beobachtet dies deutlich, wenn das Saufen der Tiere absichtlich oder aus sonst einem Grunde vermindert ist. Zur Ausscheidung nämlich des reichlicher zugeführten Salzes in den Nieren ist mehr Wasser erforderlich, und dieses wird zuerst dem sonst durch Verdunstung, also durch Haut und Lunge austretenden, und wenn solches noch nicht genügt, dem Körper selbst entnommen. Es kann also bei größerer Salzgabe und geringerem Saufen das gesamte Körpergewicht oft rasch sinken, während umgekehrt nachher bei reichlicherer Aufnahme von Wasser davon auch viel im Körper angesetzt, also zurückgehalten wird und das Lebendgewicht der Tiere wiederum beträchtlich sich erhöht.

4. Man muß sich hüten, den Tieren zu starke Salzgaben zu verabreichen, denn sie werden dadurch, bei ungehindertem Saufen, zu einer übermäßigen Wasseraufnahme bestimmt, und diese veranlaßt abermals eine Steigerung des Eiweißumsatzes, also eine erhöhte Zerstörung von wertvoller Futtersubstanz, wenn nämlich die größere Wassermenge nicht im Körper zum Ansatz gelangt, sondern rasch auf dem Wege der dadurch vermehrten Verdunstung und Harnausscheidung wieder entfernt wird. Bei hungernden Hunden ergab sich in Versuchen, welche in München ausgeführt wurden, auf diese Weise eine Steigerung des Eiweißumsatzes bis zu 25 % und nach Beobachtungen von Henneberg in Weende an Ochsen betrug schon bei einer um $^1/_5$ vermehrten Wasseraufnahme die Erhöhung des gesamten Eiweißumsatzes durchschnittlich 7,2 %. Auch die letzterwähnte Zunahme ist keineswegs unbedeutend, sie beträgt vielleicht ein Drittel oder selbst über die Hälfte desjenigen Eiweißes, welches sonst im Körper wäre angesetzt worden. Jedenfalls hat man, um möglichst günstige Resultate, namentlich bei der Fütterung von Jungvieh und Masttieren, zu erzielen, alles zu vermeiden, was eine übermäßige Aufnahme von Wasser veranlassen kann, z. B. zu wässeriges Futter, zu hohe Stalltemperatur, zu starke Salzgaben, zu viel Bewegung ꝛc., und zwar wird dieses bezüglich der Schafe noch mehr zu beachten sein, als bezüglich der Rinder, da die ersteren Tiere im Verhältnis zur Trockensubstanz im Futter weit weniger Wasser freiwillig aufnehmen, als die letzteren. Nur den milchgebenden Tieren schadet eine gesteigerte Wasseraufnahme weniger, und es kann diese sogar eine erhöhte Milchproduktion bewirken, obgleich es auch hier rätlich ist, eine gewisse Grenze bezüglich der Wässerigkeit des Futters nicht zu überschreiten.

5. Was den Einfluß von allerlei Reizmitteln, überhaupt solchen

Substanzen betrifft, welche das Nervensystem in Aufregung versetzen, so scheint dabei der Eiweißumsatz nicht wesentlich verändert zu werden. Wenigstens ergab sich dieses Resultat aus den von Voit ausgeführten Versuchen mit Hunden, denen er teils im Hungerzustande, teils auch bei verschiedener Fütterungsweise beträchtliche Mengen von Kaffeeabsud verabreichte. Die Wirkungen auf das Nervensystem scheinen durch so kleine Metamorphosen der Eiweißsubstanz bedingt zu sein, daß diese für die Gestaltung des Stoffwechsels im großen Ganzen keine Bedeutung haben. Eine andere Frage freilich ist es, ob nicht unter dem Einfluß der gesteigerten Nervenaufregung mehr Fett im Körper zerstört wird, ähnlich wie dieses der Fall ist infolge von Muskelanstrengungen, bei größeren mechanischen Arbeitsleistungen. In der That hat man beobachtet, daß schon ein mechanischer Reiz auf die Wandungen des Darmkanals, sowie ein durch Kälte der umgebenden Luft bewirkter Nervenreiz zu der Ausscheidung einer größeren Menge von Kohlensäure und also auch zu einem stärkeren Verbrauch von Respirationsmaterial Anlaß giebt.

6. Endlich will ich noch erwähnen, daß unter Umständen auch die einseitige Erhöhung der Zufuhr von Fett den Eiweißumsatz ein wenig vermehrt, indem dadurch etwas mehr Eiweiß in Zirkulation gezogen wird. Jedoch tritt diese Wirkung des Fettes nur deutlich hervor bei Eiweißhunger oder wenn kleine, zur völligen Aufhebung des Verlustes an Körpereiweiß nicht genügende Mengen von Eiweiß im täglichen Futter verabreicht werden. Dieser Wirkung des Fettes steht nämlich, wie wir sehen werden, eine andere weit wichtigere und Eiweiß ersparende gegenüber, welche letztere hauptsächlich bei kräftiger Ernährung, bei Gegenwart größerer Mengen von Zirkulationseiweiß sich geltend macht.

Auf die Beschleunigung des Eiweißansatzes ist ein Hauptstreben des Viehzüchters und Viehmästers gerichtet, und zwar ist ihm vorzugsweise daran gelegen, die Masse des Organeiweißes im Körper der Tiere möglichst rasch zu vermehren, denn das ist das stabilere Eiweiß, welches, einmal abgelagert, nicht so leicht der Zerstörung anheimfällt, und neben dem Fett, beziehungsweise Wasser, hauptsächlich die Zunahme des Lebendgewichtes bedingt. Aus den obigen Mitteilungen läßt sich schon manches entnehmen, welches den Ansatz von Eiweiß befördert, denn dasjenige, was den Umsatz erhöht, muß in entgegengesetzter Richtung die Bedingungen für den Ansatz im allgemeinen günstiger gestalten. Aber es ist wichtig, daß es auch direkte Mittel giebt, um an Eiweiß in der täglichen Nahrung zu sparen, den Umsatz desselben für jeden Zweck der Fütterung auf das nötigste Minimum zu reduzieren und

damit den Ansatz von Fleisch am Körper zu befördern, überhaupt das Eiweiß für die Produktion besonders wertvoller tierischer Stoffe möglichst auszunutzen.

1. Es ist selbstverständlich, daß ein größeres Futterquantum, bei sonst ganz gleicher Zusammensetzung desselben, auch mehr Ansatz am Körper bewirken muß, als ein kleineres; aber es ist alsdann dieser Ansatz nicht allein absolut, sondern oft auch relativ größer, wie aus verschiedenen, namentlich in Weende von Henneberg und Stohmann mit Ochsen ausgeführten Versuchen zu entnehmen ist. In einem Fall z. B. wurde die Gesamtmenge der verdaulichen Nährstoffe im täglichen Futter von 8,93 bis auf 9,73 kg erhöht, während das Verhältnis zwischen dem verdaulichen Eiweiß und den Kohlehydraten (stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen) unverändert blieb; das Resultat war, daß nach dieser Steigerung von dem gesamten resorbierten Eiweiß 32 %, vorher dagegen nur 18 % zum Ansatz gelangten. In anderen Versuchen ergab sich bei ausschließlicher Kleeheufütterung durch eine pro Tag und Kopf um 2 bis $2^1/_2$ kg erhöhte Heuration die Steigerung des Ansatzes von 9 auf 14 und von 11 auf 15 % der Gesamtmenge des im ganzen verdauten Futtereiweißes. Diese Thatsachen zeigen, wie überaus wichtig es ist, besonders bei der Mästung der Tiere, für die Aufnahme einer möglichst großen Menge des betreffenden Futters Sorge zu tragen; ein Geringes mehr oder weniger kann schon einen wesentlich verschiedenen Masterfolg bedingen, welcher z. B. bei Mastschweinen oft in einer deutlich rascheren oder langsameren Zunahme des Lebendgewichts sich ausspricht.

2. Bei einseitiger Steigerung der Eiweißzufuhr, ohne also gleichzeitig an stickstofffreien Nährstoffen zuzulegen, wird freilich, wie schon erwähnt worden ist, zunächst die Masse des Zirkulationseiweißes und damit auch die Zerstörung desselben wesentlich erhöht, aber dennoch immer ein gewisser Teil des Zuschusses von Eiweiß zum Ansatz gebracht; denn der Körper setzt sich nicht plötzlich, sondern erst nach einigen Tagen, überhaupt erst, je nach den Umständen, in kürzerer oder längerer Zeit mit der größeren Menge des Futtereiweißes ins Stickstoffgleichgewicht, nachdem also ein Teil dieses Eiweißes im Körper sich abgelagert hat. Es ist jedoch bei der einseitigen oder sehr vorherrschenden Steigerung des Futtereiweißes große Vorsicht zu beobachten, denn oft wird dadurch der Umsatz in dem Grade vermehrt, daß nur sehr wenig als Organeiweiß zur Ablagerung gelangt und die ganze Fütterungsweise einen äußerst geringen Nähreffekt hervorbringt, also wenig lohnend erscheint. Es ist hierbei der jedesmalige Ernährungszustand des betreffenden Tieres, sowie die Beschaffenheit des vorher verabreichten Futters durchaus maßgebend.

3. Das im Körper schon abgelagerte Fett wirkt vermindernd auf die Zerstörung des Eiweißes und also fördernd für den Eiweißansatz. Nicht sowohl die absolute Menge des Körperfettes ist hierbei das Bedingende, sondern vielmehr das Verhältnis, in welchem es zum Körperfleisch sich vorfindet. Es ist nachgewiesen, daß in einem fetten Körper, bei sonst gleicher Fleischmasse und gleicher Ernährung, der Eiweißumsatz ein geringerer ist, als in einem fettarmen Körper. Daher kann auch der Ansatz von Eiweiß, die Fleischbildung, bei den Pflanzenfressern um so rascher und leichter erfolgen, als diese Tiere bekanntlich zur Fettablagerung sehr geneigt sind und schon bei mittlerem Ernährungszustand in ihrem Körper eine verhältnismäßig weit größere Menge von Fett zu enthalten pflegen, als die Fleischfresser. Aus demselben Grund wird man im Futter der Pflanzenfresser oftmals das Eiweiß einseitig steigern können und damit gleichwohl einen günstigen Erfolg erzielen. Jedoch darf man auch bei diesen Tieren den durch die vorausgehende Fütterungsweise bedingten Körperzustand nicht außer acht lassen; namentlich im Beginn der Mästungszeit wird das passendste Futter ein wesentlich anderes sein müssen, je nachdem man es mit mageren und abgetriebenen Tieren zu thun hat oder dieselben bereits in einem guten Ernährungszustand sich befinden. Die große Neigung der Pflanzenfresser zum Fettwerden steht im Zusammenhang mit der Art und Weise ihrer normalen Ernährung, sowie mit der dadurch beeinflußten Menge und Beschaffenheit des Blutes, vielleicht auch mit der Größe und Ausbildung ihrer Respirationsorgane. Je mehr aber die Tiere in einen sehr fetten Zustand übergehen, desto geringer wird im allgemeinen die Zerstörung der Stoffe im Körper, desto weniger vermögen die Blut- und Chylusgefäße aus dem Verdauungskanal von der zugeführten Nahrung aufzunehmen, desto mehr vermindert sich schließlich die Menge des zur Sättigung erforderlichen Futters. Diese Erscheinungen machen sich vorzugsweise bei der Fütterung von Mastschweinen bemerkbar, bei denen zuweilen sogar eine fettige Degeneration der Organe eintritt; aber auch bei dem sehr fetten Jungvieh der Wiederkäuer hört zuletzt das normale Wachstum auf. Bei sehr fetten oder völlig gemästeten Tieren kann man den einmal erreichten hohen Ernährungszustand mit einem mäßigen Futter ziemlich unverändert erhalten, wenn man auf einen weiteren Ansatz von Körpermasse verzichtet oder diese schon auf ihrem relativen Maximum angelangt ist. Es wird dies durch Versuche bestätigt, welche man in Hohenheim mit gemästeten Schafen und Ochsen angestellt hat.

4. Von der größten Wichtigkeit für die Ersparnis von Futtereiweiß und um den Ansatz des letzteren zu befördern, ist das gegenseitige Mengenverhältnis, in welchem die einzelnen Nährstoffe, also

Eiweiß, Fett und Zucker (Stärkemehl oder überhaupt sog. Kohlehydrate) zur Verdauung und Resorption gelangen. Ich erwähne in dieser Hinsicht zunächst das Fett der Nahrung. Wenn man z. B. einen großen, reichlich 30 kg schweren Hund täglich mit 500 g von frischem, fettfreiem Fleisch füttert, worin etwa 110 g an reiner Eiweißsubstanz enthalten sind, so genügt dieses Fleischquantum bei weitem nicht, um das Tier in einem mittleren Ernährungszustande zu erhalten; dasselbe magert vielmehr fortwährend ab, verliert täglich an Fleischmasse und kommt zuletzt dem Hungertode nahe. Um ein solches Tier kräftig und bei unveränderter Fleischmasse zu erhalten, sind als tägliches Futter bei ausschließlicher Fleischnahrung etwa 1500 g notwendig. Wird dagegen neben 500 g Fleisch eine gewisse Menge von Fett, z. B. 200 g, verabreicht, so hört die Abmagerung, der Fleischverlust vom Körper auf, das Tier verbleibt fortwährend in einem gesunden und kräftigen Zustand, und es kann selbst bei der erwähnten Fett- und gleichbleibenden Fleischmenge von der letzteren ein entsprechender Teil zum Ansatz gelangen, also die gesamte Fleischmasse des Körpers sich vermehren. Dieser Ansatz findet dann vorherrschend an den Geweben statt, das Organeiweiß gewinnt an Masse und damit erhöht sich gewöhnlich das Lebendgewicht des Tieres. Es werden also in diesem Fall durch Beigabe von 200 g Fett gleichsam 1000 g Fleisch erspart, d. h. es läßt sich der Hund mit 500 g Fleisch und 200 g Fett in einem ähnlich kräftigen Zustand oder doch auf gleichem Körpergewicht unverändert erhalten, wie mit 1500 g Fleisch.

Man darf aber nicht glauben, daß wenn man dem bisher ausschließlich mit 1500 g Fleisch gefütterten und damit im Stickstoffgleichgewicht befindlichen Hund nun außerdem noch 200 g Fett verabreicht, daß dann sofort der tägliche Fleischzerfall im Körper des Tieres von 1500 bis auf 500 g sich vermindert und also 1000 g Fleisch zum Ansatz gelangen. Der Eiweißumsatz wird, wie schon hervorgehoben wurde (S. 32), in erster Linie von der Eiweißzufuhr beherrscht; bei größerer Fleischgabe ist immer auch der Umsatz ein entsprechend größerer, einerlei ob man gleichzeitig Fett verabreicht oder nicht. Das Fett schützt nicht das Eiweiß vor der Zerstörung, es wird diese bei mittleren und größeren Eiweißgaben nur um einen geringen Prozentsatz vermindert, und wenn das Futtereiweiß bis auf ein gewisses Minimum sinkt, so hört dieser Einfluß des Fettes ganz auf, es nimmt im Gegenteil der Eiweißumsatz dann bei Verabreichung größerer Mengen von Fett wiederum ein wenig zu (s. oben). Die Verminderung des Eiweißumsatzes (beziehungsweise Erhöhung des Fleischansatzes) durch die Beigabe von Fett ist anscheinend nicht bedeutend, es betrug dieselbe in zahlreichen Versuchen von Voit mit fleischfressenden Tieren, bei Ver-

abreichung mittlerer und größerer Fleischrationen, von 1 bis zu 15%, durchschnittlich 7% des Gesamtumsatzes; aber es ist diese Wirkung bei gleichbleibendem Futter oft eine lang andauernde, so daß schließlich, wenn wiederum Stickstoffgleichgewicht zwischen Aufnahme und Ausgabe eingetreten ist, der gesamte Nähreffekt des Futters ein sehr beträchtlicher sein kann.

Im Futter der pflanzenfressenden Tiere tritt die Eiweiß ersparende Wirkung des Fettes nicht so deutlich hervor, wie bei der Fleischnahrung, weil diese Wirkung durch die Gegenwart großer Massen von Kohlehydraten verdeckt ist. Auch darf der Fettgehalt im Futter, namentlich der Wiederkäuer, eine gewisse Grenze nicht überschreiten; kleine Mengen von Fett äußern im allgemeinen einen günstigen Einfluß, größere Mengen aber sind oft sehr schädlich, weil dadurch Störungen im Verdauungsprozeß entstehen und eine immer zunehmende Appetitlosigkeit der Tiere veranlaßt wird. Jedoch verhalten sich die verschiedenen Arten und Zustände des Fettes in dieser Hinsicht ungleich, und es verdient das Fett in der Nahrung jedenfalls Beachtung, zunächst bei der Fütterung des Jungviehes und der Masttiere, auch der Pferde, überall namentlich, wenn das Gesamtfutter ein ziemlich stickstoffreiches ist.

5. Eine weit größere Bedeutung für die Ernährung der Pflanzenfresser als die Fette haben die Kohlehydrate (Stärkemehl, Zucker ꝛc.). Sie bewirken gleichfalls eine Verminderung des Eiweißverbrauches im Tierkörper, und zwar anscheinend in höherem Grade noch als das Fett. Diese Verminderung betrug in Versuchen mit Fleischfressern bei Fütterung von Stärkemehl neben Fleisch durchschnittlich 9%, dagegen bei Verabreichung einer gleichen Gewichtsmenge Fett nur 7%. Bei dem Stärkemehl ist nämlich die entgegengesetzte, d. h. die den Eiweißumsatz steigernde Wirkung, welche bezüglich des Fettes bei kleineren Fleischgaben und im Hungerzustande der Tiere hervortritt, nicht vorhanden; das Stärkemehl setzt unter allen Umständen die Zerstörung des Eiweißes herab, obgleich auch durch Stärkemehl dieselbe niemals ganz aufgehoben, sondern nur vermindert werden kann. Der physiologische Wert des Stärkemehls ist also hiernach ein anderer als der sogenannte Respirationswert desselben; hinsichtlich des letzteren, d. h. bezüglich der Sauerstoffmenge, welche zur vollständigen Verbrennung erforderlich ist, verhalten sich Stärkemehl und Fett wie 1 : 2,44, während die Verminderung des Eiweißumsatzes durch Stärkemehl schon bei gleicher Gewichtsmenge nach vorliegenden Versuchen eine oft ebenso große ist, als durch Fett. Indes haben weitere Versuche in München, namentlich von Rubner ergeben, daß bezüglich wichtiger Lebensfunktionen die verschiedenen Nährstoffe annähernd nach ihrem Wärmewerte sich gegenseitig vertreten können, d. h. „isodynam" sind (s. Kraftproduktion).

Die Pflanzenfreſſer verzehren bei ihrer normalen Ernährung ſehr große Mengen von Kohlehydraten, und hierauf beruht es hauptſächlich, daß dieſe Tiere im Beharrungsfutter verhältnismäßig wenig Eiweiß bedürfen und daß bei deren Produktionsfütterung beſonders leicht ein Teil des verdauten Eiweißes im Körper zurückbleibt, an den Geweben alſo als Organeiweiß zum Anſatz gelangt. Ein gewiſſes Minimum aber von Eiweiß muß überall auch im Futter der Pflanzenfreſſer vorhanden ſein und kann durch keinen anderen Futterbeſtandteil erſetzt werden. Es iſt gerade die wichtigſte, freilich nur ſchwierig und erſt nach und nach zu löſende Aufgabe der Fütterungslehre, für alle einzelnen Zwecke der landwirtſchaftlichen Tierhaltung dieſes Minimum von verdaulichem Eiweiß und überhaupt die nötige Menge und das richtigſte Verhältnis der ſtickſtoffhaltigen und ſtickſtofffreien Nährſtoffe im täglichen Futter der Tiere feſtzuſtellen. Was in dieſer Hinſicht bisher, namentlich auf den landwirtſchaftlichen Verſuchsſtationen, durch direkt und exakt ausgeführte Verſuche ermittelt worden iſt, wird ſpäter Erwähnung finden.

Die Fettbildung.

Das mit der Nahrung aufgenommene und aus dem Verdauungskanal reſorbierte Fett bleibt unter hierzu geeigneten Umſtänden im Tierkörper unzerſtört und wird beſonders an den Organen abgelagert; dies iſt gegenwärtig ebenſowenig zweifelhaft, als daß auch aus anderen Beſtandteilen der Nahrung eine Neubildung von Fett erfolgen kann. Ich will in erſterer Hinſicht nur auf die Reſultate einiger Verſuche hinweiſen, welche wir der Thätigkeit des tierphyſiologiſchen Inſtituts in München verdanken.

Fleiſchfreſſende Tiere, welche durch vorausgehende Fütterung ausſchließlich mit Fleiſch an ihrem Körper eiweißreich und verhältnismäßig ſchon fettarm geworden ſind, laſſen ſich durch längeres Hungern faſt ganz fettfrei machen; außerdem erkennt man den Zeitpunkt, wo die hochgrädigſte Fettarmut des Tieres eingetreten iſt, daran, daß die beim Hungern längere Zeit hindurch ſehr gleichmäßige Ausſcheidung von Harnſtickſtoff zuletzt raſch ſteigt, weil mit dem völligen Verſchwinden des Körperfettes mehr Fleiſch im Körper zerſetzt wird. Ein ſolches Tier, ein etwa 20 kg ſchwerer Hund, wurde in Verſuchen von F. Hofmann nach 30tägigem Hungern 5 Tage lang ausſchließlich mit möglichſt großen Quantitäten Speck gefüttert, wobei täglich im Durchſchnitt 370,8 g reines Fett wirklich zur Verdauung und Reſorption gelangten. Dies iſt eine ſo große Menge, daß von dem vollſtändigen Verbrennen dieſes Fettes nicht die Rede ſein kann; denn dann hätten täglich

1040 g Kohlensäure ausgeschieden werden müssen, während die direkte Bestimmung der Respirationsprodukte an fast nochmal so großen Hunden, im besten Ernährungszustand derselben weit geringere Zahlen ergeben hat. In dem nach Beendigung des Versuches getötetem Tier fanden sich an verschiedenen Organen im ganzen 1352,7 g Fett, gegenüber von etwa 150 g, die anderweitigen Untersuchungen zufolge nach 30tägigem Hungern vor dem Beginn der Speckfütterung höchstens hätten vorhanden sein können, so daß in diesem Fall täglich ungefähr 250 g Fett aus der Nahrung unzerstört geblieben und abgelagert worden waren. Auch in anderen Versuchen mit Hunden, bei mehr normaler Fütterung mit Fleisch und Fett und unter Beihilfe des Respirationsapparates fand man die Thatsache bestätigt, daß häufig ein beträchtlicher Teil des mit dem Futter aufgenommenen Fettes im Körper angesetzt wird; in Einzelversuchen von Voit und Pettenkofer betrug diese Fettmenge z. B. pro Tag 38, ferner 45 und 108 g. Jedoch muß das betreffende Fett ein dem tierischen Fett ähnliches sein oder in solches leicht sich umwandeln können, indem ganz fremdartige Fettstoffe entweder aus dem Verdauungskanal gar nicht resorbiert werden, oder in den Kreislauf der Säfte aufgenommen, hier einer raschen Zerstörung unterliegen. Dies schließt aber natürlich nicht aus, daß auch das Futterfett der Pflanzenfresser zur Vermehrung des im Körper dieser Tiere abgelagerten Fettes direkt beitragen kann; denn bekanntlich sind die meisten vegetabilischen Fette den tierischen in ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften sehr ähnlich.

Für die Neubildung von Fett im lebenden Tierkörper brauchen keine besonderen Beweise aufgeführt zu werden; dieselbe ergiebt sich schon zur Genüge aus der alltäglichen Erfahrung, namentlich bei der Mästung und bei der Milchproduktion. Dagegen ist es wichtig, die Frage zu erörtern, welche Nährstoffe es sind, die zur Neubildung von Fett vorherrschend oder ausschließlich das nötige Material liefern.

Selbstverständlich kommen hierbei nur die Eiweißkörper, überhaupt die organischen Stickstoffverbindungen und die Kohlehydrate in Betracht, denn außer diesen Nährstoffen und dem Fett selbst sind weder in dem Futter der Pflanzenfresser, noch in dem der Fleischfresser andere organische Substanzen in solcher Menge vorhanden, daß sie irgendwie wesentlich zur Fettbildung beizutragen vermöchten. ‚Daß zunächst aus Eiweißsubstanz Fett entstehen kann, wird gegenwärtig wohl allgemein als richtig angenommen. Hierfür spricht schon der Umstand, daß die Eiweißkörper bei der Fäulnis, sowie bei der Behandlung mit Alkalien und Oxydationsmitteln nebst vielen anderen Zersetzungsprodukten auch Fettstoffe bilden. Die älteren Beobachtungen freilich, daß in dem Käse

und auch in der Milch schon bei deren ruhigem Hinstehen eine gewisse Menge von Eiweiß in Fett sich umwandelt, sind, wenigstens was den Käse anbetrifft, durch neuere und genauere Untersuchungen, welche namentlich O. Kellner in Hohenheim ausführte, nicht bestätigt worden; dagegen findet man nicht selten bei einer und derselben Kuh mit steigendem Fettgehalt der Milch darin eine Abnahme in der prozentigen Menge von Eiweißsubstanz, was einen Zusammenhang zwischen beiden Stoffen andeutet.

Für die Umwandlung von Eiweiß in Fett bei der zuweilen beobachteten Bildung von sogenanntem Leichenwachs, ist es schwierig, ganz bestimmte Beweise beizubringen. Eher ist eine solche Umwandlung anzunehmen, wenn eine fettige Degeneration der Muskeln und anderer Organe im lebenden Tierkörper durch gewisse Krankheiten und manchmal auch durch übermäßige Mästung, z. B. der Schweine veranlaßt wird. Besonders auffallend ist die fettige Degeneration fast aller Organe des Tierkörpers bei Phosphorvergiftungen, und es kann nach einem in München von J. Baur ausgeführten Versuch kaum zweifelhaft sein, daß das Fett hierbei ausschließlich aus dem Eiweiß entsteht, indem Harnstoff aus dem letzteren sich abspaltet und zur Ausscheidung gelangt. Es wurde ein großer Hofhund, nachdem durch 12tägiges Hungern das in seinem Körper vorhandene Fett fast vollständig zerstört war, langsam mit Phosphorpaste vergiftet; der Tod erfolgte in der Nacht vom 19. auf den 20. Hungertag. Vor der Vergiftung, vom 5. bis 12. Hungertage war die Stickstoffausscheidung im Harn ziemlich konstant und betrug durchschnittlich 7,8 g pro Tag; infolge der Phosphorvergiftung wurde die Menge des im Harn enthaltenen Stickstoffes sehr beträchtlich und zuletzt bis auf täglich 23,9 g, d. h. bis auf das Dreifache der im normalen Hungerzustand ausgeschiedenen Quantität gesteigert. Gleichzeitig ergab sich in Respirationsversuchen mit einem anderen, ähnlich behandelten Hund eine um die Hälfte verminderte Ausscheidung von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff. Wir finden also bei der Phosphorvergiftung zwei von einander anscheinend unabhängige Veränderungen im Stoffumsatz, erstens einen Mehrzerfall des Eiweißes in Harnstoff und Fett, und zweitens eine geringere Sauerstoffaufnahme und infolge davon eine verminderte Oxydation des Fettes. Beide Veränderungen müssen aber miteinander bewirken, daß trotz des Hungerzustandes eine Anhäufung von Fett im Körper stattfindet, wie in der That bei der Untersuchung des mit Phosphor vergifteten Hundes sich ergab; denn in der Trockensubstanz der Muskeln fand man 42,4 % und der Leber 30 % Fett, d. h. dreimal mehr als bei normaler Ernährung des Hundes vorhanden zu sein pflegt und wenigstens zehnmal mehr, als der betreffende Hund ohne

Phosphorvergiftung nach 20tägigem Hungern enthalten haben würde. Die Leber eines an Phosphorvergiftung gestorbenen Menschen hatte in der Trockensubstanz sogar einen Gehalt von 76,8 % Fett; jedoch mag hierbei auch eine rasche Ansammlung des Fettes in der Leber aus anderen Teilen des Körpers stattgefunden haben.

Wenn man nach dem Vorhergehenden bezüglich der Bildung von Fett aus Eiweißsubstanz noch einen Zweifel hegt, so muß derselbe verschwinden in Anbetracht der Versuchsresultate, welche bei ganz gesunden und normal gefütterten Tieren erzielt wurden. F. Hofmann hat z. B. die Eier der gewöhnlichen Schmeißfliege auf reinem Blut sich entwickeln lassen und in den daraus gebildeten Maden 7 bis 11mal mehr Fett gefunden, als in den Eiern und in der dargebotenen Nahrung ursprünglich enthalten war, obgleich die Tiere bei weitem nicht alles Blut verzehrt hatten; der Überschuß von Fett konnte nur aus dem Futtereiweiß entstanden sein. Noch wichtiger sind mehrfache, von Voit und Pettenkofer ausgeführte Versuche, welche bei Fütterung von Hunden mit sehr reichlichen Mengen von fettfreiem Fleisch in den Einnahmen einen Kohlenstoffüberschuß von täglich 42,1 und 42,7 g über die gesamten Ausscheidungen ergaben; dabei entsprach der Stickstoff der Ausgaben vollständig dem Stickstoff des Futters, es war also Stickstoffgleichgewicht vorhanden, während dagegen eine beträchtliche Menge von dem Kohlenstoff des verfütterten Eiweißes im Körper zurückblieb und hier in der Form von Fett abgelagert sein mußte, da keine andere stickstofffreie organische Substanz bekannt ist, die im Tierkörper in irgendwie beträchtlicher Menge sich ansammeln könnte.

Nach dem, was wir bis jetzt über die Zersetzungsvorgänge im tierischen Organismus wissen, können wir annehmen, daß aus der ganzen Menge des zum Zerfall kommenden Eiweißes, soweit diese nicht etwa im Darmkanal einem förmlichen Fäulnisprozeß unterliegt, zunächst eine entsprechende Quantität Fett (circa 51 % des trockenen Eiweißes, s. S. 22) sich abspaltet, welches gewöhnlich, nebst dem mit der Nahrung aufgenommenen verdaulichen Fett, zum größeren Teil im Respirationsprozeß verbrennt, aber unter Umständen auch vollständig zum Ansatz gelangen oder der Milchproduktion dienen kann. Man hat daher zur Erklärung der im Tierkörper bei einer bestimmten Fütterungsweise abgelagerten Fettmasse immer zuerst das in der Nahrung vorhandene fertig gebildete und das als Spaltungsprodukt aus dem zerstörten Eiweiß neu entstandene Fett in Rechnung zu ziehen; nur wenn beides noch nicht für die wirklich beobachtete Fettproduktion ausreicht, werden auch anderweitige Futterbestandteile in Betracht kommen können. Es fragt sich also jetzt, wie in dieser Hinsicht die Pflanzenfresser sich verhalten, insbesondere die landwirtschaftlichen Nutztiere,

Digitized by Google

welche bekanntlich bei der Mästung und in der Milchproduktion zu einer raschen und reichlichen Fettproduktion so sehr befähigt sind und dennoch in ihrem Futter verhältnismäßig wenig Eiweiß und noch weniger fertig gebildetes Fett aufzunehmen pflegen.

Wir wollen bei der Erörterung der aufgestellten Frage zunächst die Resultate von sogenannten praktischen Versuchen benutzen, in welchen man den Nähreffekt des Futters einfach durch die Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere und etwa aus den Schlachtergebnissen ermittelte, oder von solchen Versuchen, bei denen zwar die „sensiblen", nicht aber die gasförmigen Ausscheidungen nach Quantität und Qualität genau bestimmt wurden. Hierzu kommen sodann aus neuester Zeit noch einige Versuche und Untersuchungen, welche weitere Folgerungen gestatten.

Bezüglich der Produktion von Milchfett bei Kühen haben wir drei hierher gehörende Versuche, welche in München (C. Voit), Möckern (G. Kühn) und in Hohenheim zur Ausführung gelangten; in dem ersten wurde eine reichliche, in den beiden anderen dagegen eine mehr spärliche und stickstoffarme Fütterungsweise eingehalten. Die Menge des aus dem Futter resorbierten Fettes betrug in diesen Versuchen beziehungsweise pro Tag 276,0 g, ferner 183,5 und 168,5 g, die Menge des aus dem zerstörten Eiweiß möglicherweise neu gebildeten Fettes 308,5 g, 74,5 und 164,3 g; im ganzen waren daher für die Milchproduktion disponibel 584,5 g, 258,0 und 332,8 g, während die wirklich produzierte Milch 337,0 g, 284,8 und 296,9 g an reinem Fett enthielt. In dem ersten und dritten Versuche entsprach also das aus den angegebenen Quellen verfügbare Fett reichlich der beobachteten Milchfettproduktion, in Möckern dagegen fand man einen kleinen Überschuß an Milchfett; aber selbst wenn dieser Überschuß noch beträchtlich größer gewesen wäre, so hätte man doch nichts Bestimmtes bezüglich der Neubildung von Fett daraus entnehmen können. Freilich war in Möckern, wie in Hohenheim, bei den betreffenden Tieren zwischen Einnahme und Ausgabe Stickstoffgleichgewicht vorhanden; ob aber die Kühe auch im Kohlenstoffgleichgewicht sich befanden oder ob vielleicht das Körperfett, wie es so häufig selbst bei guter Ernährung der Milchkühe der Fall ist, an der Milchproduktion sich beteiligt hatte, dies ließ sich ohne Beihilfe des Respirationsapparates nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Jedenfalls ist es bemerkenswert, daß man obigen Versuchen zufolge selbst bei dürftiger Fütterung sonst guter Milchkühe, außer dem Futterfett und dem Futtereiweiß für die Erklärung des produzierten Milchfettes keine irgendwie wesentliche Mengen von anderen Futterbestandteilen in Anspruch zu nehmen braucht.

Vielleicht läßt sich etwas Bestimmteres bezüglich der Quelle des tierischen Fettes aus den Resultaten der mit landwirtschaftlichen Tieren

ausgeführten Mästungsversuche entnehmen, wenn man zugleich beachtet, daß nach bekannten, in England von Lawes und Gilbert angestellten Untersuchungen in 100 Teilen der bei der Mästung erfolgten Zunahme des Körpergewichts enthalten sind:

	Mineralsubstanz.	Eiweiß.	Fett.	Summe der Trockensubstanz.	Wasser.
Schweine	0,53	7,76	63,1	71,4	28,6
Schafe	2,34	7,13	70,4	79,9	20,1
Ochsen	1,47	7,69	66,2	75,4	24,6
Durchschnittlich	1,45	7,53	66,6	75,6	24,4

In neuerer Zeit hat man auf verschiedenen landwirtschaftlichen Versuchsstationen besonders mit Schafen, meistens ziemlich ausgewachsenen Hammeln, zahlreiche Mästungsversuche ausgeführt. Hierbei wurde das verabreichte Futter nach übereinstimmenden Methoden der chemischen Analyse unterworfen und die wirkliche Gewichtszunahme der Tiere so genau wie möglich festgestellt; auch war die Dauer der Mästungszeit stets eine genügend lange, sie umfaßte durchgängig den Zeitraum von $2^1/_2$ bis reichlich 3 Monaten. Am Schluß des Versuches wurden fast immer die Schlachtresultate der Tiere ermittelt. Aus diesen Versuchen ergaben sich die folgenden Durchschnittszahlen, wobei freilich zu beachten ist, daß die Menge der verdauten Futterbestandteile, mit wenigen Ausnahmen, nicht direkt gefunden, sondern unter Zugrundelegung der gewöhnlichen Annahmen berechnet worden ist.

Zahl der Versuche.	Vom Futter verdaut pro Tag und Kopf		Verhältnis der Nährstoffe.	Gewichtszunahme pro Tag und Kopf.	In Proz. des Lebendgewichts.	
	Eiweiß.	Stickstofffreie Nährstoffe.			Schlachtgewicht.	Talg v. Nieren u. Netz.
	g	g		g	Proz.	Proz.
7	110	824	1 : 7,49	55,5	48,0	7,2
13	134	779	1 : 5,81	79,0	51,9	9,9
20	164	794	1 : 4,70	94,5	53,5	10,9
19	192	769	1 : 4,01	103,0	54,9	11,2

Diese Zahlen sprechen sehr entschieden für die günstige Wirkung des Futtereiweißes auf die Fettproduktion; mit der Steigerung der Eiweißzufuhr geht regelmäßig eine größere Gewichtszunahme der Tiere parallel, während die Menge der stickstofffreien Nährstoffe in allen Versuchsgruppen ziemlich die gleiche war und also keinen wesentlich verschiedenen Einfluß auf die Größe der Gewichtszunahme äußern konnte. Die letztere ist ferner von der Art, daß sie vollkommen und ausschließlich aus der Menge des Futtereiweißes sich erklärt; es ist sogar noch ein Überschuß von Eiweiß vorhanden, wenn man bedenkt, daß den

Tieren im Futter auch fertig gebildetes Fett dargeboten wurde, in den einzelnen Versuchen von 15 bis zu 60 g pro Tag und Kopf.

Ähnliches beobachtet man bei Mastochsen; allgemeine Erfahrungen, sowie die Resultate von einigen direkten Versuchen deuten darauf hin, daß auch bei diesen Tieren innerhalb gewisser Grenzen ein ziemlich stickstoffreiches Futter die günstigste Wirkung ausübt, und daß das aus dem Futter verdaute Eiweiß und Fett genügend Material liefert für die Ablagerung von Körperfett. Bisher lag nach den Resultaten der angestellten Fütterungsversuche für die wiederkäuenden Tiere nirgends die Notwendigkeit vor, auch die in so großer Menge bei normaler Fütterung verzehrten Kohlehydrate als direkte Fettbildner anzusehen. Ebenso fand man in neuen Versuchen, welche Kern und Wattenberg in Göttingen mit Hammeln von verschiedenem Alter ausführten, daß in 10 Fällen die Fettproduktion um 24 bis zu 64 % hinter derjenigen zurückblieb, für welche die stickstoffhaltigen Nährstoffe und die Fettsubstanzen im verzehrten Futter ausreichendes Material hätten liefern können. Nur in einem einzigen Falle und zwar bei einem völlig ausgewachsenen Hammel, ergab sich ein anderes Resultat, indem im Körper dieses Tieres eine so rasche und reichliche Ablagerung von Fett stattfand, daß dessen Bildung kaum ohne Zuhilfenahme von Kohlehydraten des Futters sich erklären läßt.

Das Futter des betreffenden Hammels bestand aus Luzerneheu, Runkelrüben, Maisschrot und Sesamkuchen, und die Mästung dauerte 70 Tage. Bei der chemischen Untersuchung eines Tieres zu Anfang und am Ende des Versuches fand man, daß im Verlaufe der ganzen Mästungsperiode wenigstens 9730 g Fett im Körper sich angesammelt hatten, während von stickstoffhaltiger Substanz, also von Eiweiß oder eigentlicher Fleischmasse so gut wie gar nichts angesetzt worden war. Da zugleich neben der chemischen Zusammensetzung auch die Verdaulichkeit des Gesamtfutters ermittelt wurde, so konnte man berechnen, daß von dem angesammelten Körperfett höchstens 6872 g durch verdautes Futterfett und Fett aus Futtereiweiß gedeckt werden konnten, also 2858 g, d. h. 29,4 % der Gesamtmenge (40,8 g pro Tag) aus anderweitigen Futterbestandteilen, nämlich den Kohlehydraten das Material zu ihrer Bildung hatten entnehmen müssen. Man muß es wenigstens im hohen Grade als wahrscheinlich bezeichnen, daß der Fettüberschuß bei dem in Rede stehenden Versuch sich selbst dann nicht auf Null reduziert, wenn man davon die äußerst zulässigen Abzüge macht, daß also hier in der That eine Bildung von Fett direkt aus Kohlehydraten stattgefunden hat. Ähnliches beobachteten auch Th. Pfeiffer und Lehmann, ebenfalls in Göttingen, in einem Versuche, in welchem bedeutende Mengen von Zucker an Hammel verfüttert wurden.

Bei den Schweinen ist man schon seit längerer Zeit geneigt gewesen, eine Fettbildung aus Kohlehydraten anzunehmen. Zwar sind einige ältere Versuche in Proskau mit direkter Analyse der betreffenden Tiere in ihren Resultaten nicht recht beweisend, weder für noch gegen jene Ansicht, weil infolge einer ganz ungenügenden Fütterung, fast ausschließlich mit Kartoffeln, auch das Wachstum der Schweine ein überaus dürftiges und in keiner Weise normales war. Aber in vielen anderen Fällen, zuerst in England (Rothamsted) und dann auch in Deutschland wurde beobachtet, daß bei dieser Tiergattung nicht selten 100 kg Gewichtszunahme mit einem Gesamtfutter bewirkt werden, worin neben 10 bis 15 kg von fertig gebildetem Fett nur 50 bis 70 kg Eiweißsubstanz enthalten sind; in einem Versuch wurden sogar mit nur 40,8 kg Eiweiß nebst 6,8 kg Fett im Futter 100 kg Gewichtszunahme erzielt und hierbei das Lebendgewicht der Tiere pro Kopf von 35,3 bis auf schließlich 123,3 kg erhöht. Fast gleiche Resultate erzielte man in Hohenheim bei der 108 Tage dauernden Fütterung von jungen Schweinen mit Gerstenschrot und Maisschrot, teilweise unter Beigabe von reinem Stärkemehl; hierbei wurde auch die Verdaulichkeit des Futters ermittelt, und es ergab sich überall in Kilogramm:

	Zunahme an Lebendgewicht		Zur Produktion von 100 kg Lebendgewicht: Verdaute Futterbestandteile.			
	im ganzen	pro Tag	Organ. Substanz	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
1.	41,3	0,382	349	39,2	9,3	300,8
2.	53,5	0,495	310	38,1	8,9	263,3

Das Endgewicht der Tiere war beziehungsweise 79,3 und 96,6 kg. Diese Zahlen lassen es in der That kaum als möglich erscheinen, daß die ganze Menge des Körperfettes sich ohne direkte Mitwirkung der Kohlehydrate des Futters sollte gebildet haben. In den betreffenden Versuchen konnte das verdaute Futtereiweiß und Futterfett auf 100 kg Zunahme des Körpergewichtes die Ablagerung von höchstens 29 kg Fett bewirken, während in der Gewichtszunahme der Mastschweine, selbst wenn diese in einem noch jugendlichen Alter sich befinden, nach den oben (S. 46) erwähnten Untersuchungen jedenfalls weit mehr Fett enthalten ist, bis zu 60 % und darüber.

In neuester Zeit ist nun endlich die Neubildung von Fett im tierischen Organismus aus den Kohlehydraten des Futters, zunächst an Schweinen und zwar in München von Soxhlet, in Moskau von Tschirwinsky und in Wien von Meißl und Strohmer mit Bestimmtheit nachgewiesen worden, an den beiden ersteren Orten durch genaue chemische Analyse entsprechender Tiere vor dem Beginn und nach Be-

endigung des Versuches, an dem letzteren Orte unter Beihilfe des Respirationsapparates, also direkt am lebenden Tier. Auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation in München benutzte man 3 Schweine ($16^1/_2$ Monate alt und von einem Lebendgewicht pro Stück = 96,6 bis 99,6 kg), von denen das eine zu Anfang des Versuches geschlachtet, die beiden anderen mit Reis (in Dampf gekocht) gefüttert wurden und davon pro Tag und Kopf 1,92 kg lufttrocken oder 1,63 kg wasserfrei verzehrten (neben 5 g Kochsalz und etwas Fleischextrakt), mit einem Nährstoffverhältnis der verdauten Stoffe = 1 : 11. Die Zunahme an Lebendgewicht war sehr übereinstimmend pro Stück in 78 Tagen 38,9 oder pro Tag 0,497 kg. Die chemische Untersuchung der Tiere ergab, daß in dieser Zeit an Fett im Körper 16,13 kg angesetzt, dagegen mit der Nahrung nur 0,32 kg aufgenommen, also 15,81 kg neu gebildet waren. An Eiweiß wurden aus dem Futter im ganzen verdaut 9,49 kg und davon im Körper 4,18 kg angesetzt; also 5,31 kg konnten zur Neubildung von Fett mitwirken und daraus im günstigsten Falle 2,73 kg (51,4 %) Fett entstehen, d. h. nur wenig mehr als $^1/_6$ der überhaupt im Körper neu gebildeten Fettmasse; fast $^5/_6$ derselben mußten aus Kohlehydraten gebildet worden sein.

Ganz ähnliche Resultate wurden in Moskau erzielt bei Versuchen mit Ferkeln, 1880/81 der Windsor- und im folgenden Jahr der Yorkshire-Rasse. In dem ersten Versuch fütterte man ausschließlich Gersteschrot, und es stieg dabei das Lebendgewicht eines Tieres in 126 Tagen von 7,29 bis auf 24,15 kg. Aus dem Futter wurden 7,40 kg Eiweiß und 0,66 kg Fett verdaut, angesetzt dagegen im Körper 1,56 kg Eiweiß und 8,58 kg Fett, also von dem letzteren 8,58 — 0,66 = 7,92 kg neu gebildet. Das verdaute Eiweiß konnte höchstens 7,49 — 1,56 = 5,93 × 51,4 = 3,05 kg Fett liefern, so daß 4,87 kg oder 61,6 % der ganzen im Körper neu gebildeten Menge aus den Kohlehydraten der Nahrung entstanden sein mußten. In dem zweiten Versuch erhielten die Tiere zuerst Kuhmilch, sodann Gerste, später unter Zusatz von Stärke und Zucker. Hierbei erfolgte in 100 Tagen eine Zunahme des Lebendgewichtes von 11,05 bis auf 24,80 kg, und es waren im Körper des jungen Schweines 5,23 kg Fett neu gebildet worden, wozu nur 2,36 kg Futtereiweiß hatten mitwirken können; diesem entsprechen höchstens 1,21 kg Fett oder 23,1 % der gesamten im Körper neu gebildeten Menge, und es mußten daher 76,9 % der letzteren wiederum den Kohlehydraten des aufgenommenen Futters ihren Ursprung verdanken.

Von besonderem Interesse ist der in Wien, auf der Versuchsstation der dortigen Tierarzneischule, unter Beihilfe des Respirations-Apparates mit einem 14 Monate alten und 140 kg schweren Schwein

ausgeführte Versuch. Gefüttert wurden täglich 2 kg weichgekochter Reis, und es konnte aus einer genauen Vergleichung der sämtlichen Ausgaben (Kot, Harn und Respirationsprodukte) mit den Einnahmen berechnet werden, daß dabei im Verlaufe von 7 Tagen ein täglicher Ansatz im Körper des Tieres von 38 g Eiweiß und 351,8 g Fett erfolgte. Zur Bildung des letzteren haben höchstens 65,4 g verdautes und zersetztes Futtereiweiß, entsprechend 33,6 g Fett und außerdem 7,9 g Futterfett beitragen können. Der Überschuß, 351,8 — 41,5 = 310,3 g, im Betrage also von nicht weniger als 88,2 % der gesamten im Körper angesetzten Fettmenge, mußte das Material zur Neubildung den verdauten Kohlehydraten des Futters entnommen haben.

Auch bei Gänsen hat man die Neubildung von Fett aus Kohlehydraten nachgewiesen, indem man entsprechende Tiere vor und nach der Mast einer sorgfältigen chemischen Analyse unterwarf. Die ersten Versuche dieser Art wurden von Weiske und B. Schulze in Proskau ausgeführt und dabei ermittelt, daß bei Anwendung eines Futters (Roggenkleie und Kartoffelstärke), in welchem das Nährstoffverhältnis ein weiteres ist als 1 : 5, den Kohlehydraten an der Fettbildung eine wesentliche Mitwirkung zugesprochen werden muß. Wenn man auch alles aus verdautem Nahrungsfett, Eiweiß und Asparagin möglicherweise und im günstigsten Falle entstandene Fett als im Körper der Tiere angesetzt annimmt, so blieben immer beziehungsweise 73 und 84,8 g oder 13 und 17,6 % der gesamten während der Versuchsfütterung (in 36 Tagen) angesetzten Fettmasse ungedeckt und kommen also auf die Rechnung der Kohlehydrate. Noch weit entschiedener beobachtete Chaniewski auf der Versuchsstation Peterhof bei Riga die Neubildung von Fett aus Kohlehydraten an völlig ausgewachsenen Gänsen. Die Tiere wurden 18 Tage lang mit Gerste und Reis gemästet, und es war dabei für den gefundenen Rest (nach Abzug des Fettes aus Eiweiß), für beziehungsweise 193,6 g = 71,7 % und 503,7 g = 78,6 % des überhaupt neu gebildeten Fettes keine andere Quelle denkbar als die Kohlehydrate. Bei einem weiteren Versuch mit Gänsen, welche man zunächst durch 5 Tage langes Hungern fast fettfrei gemacht hatte und sodann mit Gerste und Reis mästete, ergab sich, daß von dem im Verlaufe von 14 Tagen neu gebildeten Fett mindestens 385,2 g oder 86,7 % aus Kohlehydraten entstanden sein mußten.

Beiläufig mag noch erwähnt werden, daß in neuerer Zeit mehrfach, namentlich in München von A. v. Planta und Erlenmeyer, und zwar im Widerspruch mit früheren Anschauungen, bei Bienen die Neubildung von Wachs, also einer fettähnlichen Substanz aus Zucker konstatiert wurde, und daß nach in Japan von O. Kellner ausgeführten Untersuchungen auch die Seidenraupen die Fähigkeit zu

haben scheinen, aus stickstofffreien Substanzen Fett zu erzeugen, sogar bei einem sehr engen Verhältnis (1 : 1,45) der aus den Maulbeerblättern verdauten Nährstoffe.

Der Hund, also ein fleischfressendes Tier, schien nach den Resultaten der bisher vorliegenden Versuche nicht die Fähigkeit zu haben, aus einem Kohlehydrat Fett zu bilden. In 22 Respirationsversuchen wurden einem etwa 30 kg schweren Hund im physiologischen Institut zu München teils ausschließlich, teils neben kleineren oder größeren Gaben von Fleisch, 167 bis zu 608 g trockenes Stärkemehl täglich verabreicht; hierbei war das aus Eiweiß abgespaltene Fett immer ausreichend für den stattgefundenen Fettansatz, und dieser zeigte sich keineswegs proportional dem verabreichten Kohlehydrat, sondern stand vielmehr in unverkennbarer Beziehung zu der Menge des zersetzten Fleisches. Wir wissen, daß bei ausschließlicher Fettfütterung viel Fett sich ablagern kann. In einem Versuch wurden z. B. von 350 g Fett des Futters 186 g = 53 % angesetzt; dagegen betrug bei ausschließlicher Zufuhr der größten Quantitäten von Stärkemehl der Fettansatz nur 22 und 24 g, entsprechend der hierbei stattgefundenen Eiweißzersetzung. Bei der Steigerung des Stärkemehls von 379 auf 608 g pro Tag ergab sich keine Steigerung des Fettansatzes, weil die Menge des im Körper zersetzten Fleisches fast unverändert blieb, nämlich gleich 211 und 193 g war (als frisches Fleisch berechnet, mit 22 % an reinem trockenem Eiweiß). Umgekehrt aber konnte bei gleichbleibender Zufuhr von Stärkemehl durch Verabreichung steigender Mengen von Eiweiß auch die Neubildung und der Ansatz von Fett erhöht werden, z. B. von 24 auf 55 und 112 g. Die Kohlehydrate werden bei Hunden gewöhnlich rasch und vollständig zu Kohlensäure und Wasser verbrannt, während das Fett erst an die Reihe kommt, wenn die vorhandenen Kohlehydrate verbraucht sind. Es ist daher bei Zufuhr großer Mengen von Kohlehydraten auch die Ausscheidung der Kohlensäure verhältnismäßig sehr gesteigert; während bei Fütterung von 350 g Fett mit 268 g Kohlenstoff nur 519 g Kohlensäure austraten, ergab sich bei 604 g Stärkemehl mit ebenfalls 268 g Kohlenstoff eine Ausscheidung von 785 g Kohlensäure, weil nämlich vom Fett ein großer Teil nicht zersetzt, sondern angesetzt wurde, bei der ausschließlichen Fütterung von Stärkemehl dagegen letzteres vollständig zur Verbrennung gelangte. Vor kurzem ist nun aber von M. Rubner, ebenfalls im physiologischen Institut der Universität München nachgewiesen worden, daß auch im Körper des Fleischfressers aus Kohlehydraten Fett entstehen kann, wenn nämlich eine überaus reichliche Zufuhr dieser Stoffe stattfindet und die Organe des Körpers damit gleichsam überschwemmt werden. Bei der Fütterung eines 6,2 kg schweren Hundes mit täglich 100 g Rohr-

zucker und 85 g Stärke ergab sich in einem exakten Versuch, daß von dem in 2 Tagen neu gebildeten Fett wenigstens 40,8 g, also pro Tag 20,4 g aus Kohlehydraten mußten entstanden sein. Zu einem ähnlichen Resultat gelangte auch J. Munk. Diese Fettbildung hat jedoch für den Fleischfresser nur eine untergeordnete Bedeutung, weil bei diesem Tier die Kohlehydratzufuhr fast niemals eine so reichliche ist, wie in den hier erwähnten Versuchen.

Nach den neuesten Beobachtungen wird man die Eiweißsubstanz nicht mehr als die ausschließliche Grundlage für die Fettproduktion ansehen dürfen, wenn auch diese Substanz dabei wichtig ist und vielleicht stets in erster Linie in Betracht kommt, auch oftmals schon für sich allein vollständig ausreicht zur Erklärung der Menge des in der Milch produzierten oder im Körper angesammelten Fettes; nicht selten aber, besonders häufig bei Schweinen, ist eine gleichzeitige und direkte Mitwirkung von Kohlehydraten nicht zu bezweifeln. Daß in dieser Hinsicht ein ganz bestimmter, gleichsam prinzipieller Unterschied zwischen dem Fleischfresser und dem Pflanzenfresser vorhanden sein sollte, ist nicht wohl denkbar. Bei allen Arten, zunächst von Säugetieren sind die in den Kreislauf der Säfte eintretenden organischen Nährstoffe durchaus dieselben, nämlich im wesentlichen nur Eiweiß, Fett und Zucker, und da überall die entsprechenden Organe gleiche Funktionen zu erfüllen haben, so müssen gewiß auch die Zersetzungsvorgänge ihrem allgemeinen Verlaufe nach übereinstimmen. Die Zersetzungsresultate sind aber quantitativ sehr verschieden und hauptsächlich bedingt durch die Menge und das gegenseitige Verhältnis, in welchem die einzelnen Nährstoffe zur Resorption gelangen; auch haben bekanntlich die einzelnen Tiergattungen in ungleichem Grade die Neigung und die Fähigkeit, Fett in ihrem Körper anzusammeln, und es ist wohl möglich, daß der Hund, überhaupt der eigentliche Fleischfresser als Material zur Neubildung von Fett noch ausschließlich Eiweißsubstanz verwendet bei Nährstoffmengen und Nährstoffverhältnissen, welche den Wiederkäuer und namentlich das Schwein bestimmen, hierbei schon eine gewisse Menge von Kohlehydraten zur direkten Mitwirkung heranzuziehen.

Für die Theorie der Fettbildung und speziell bezüglich der Umstände oder Eigenschaften, durch welche die eine oder andere Tiergattung und Rasse zu einer vorzugsweise raschen und reichlichen Fettproduktion veranlaßt wird, bleibt noch vieles zu erforschen übrig; aber schon jetzt lassen sich aus den Resultaten exakter Versuche einige allgemeine Regeln ableiten, welche bei der rationellen Fütterung unserer Haustiere hinsichtlich einer möglichst vorteilhaften Fettproduktion sorgfältige Beachtung verdienen. Es ergeben sich diese Regeln, wenn ich im folgenden die Ursachen kurz andeute, welche den Fettumsatz erhöhen, beziehungsweise

eine Fetterſparnis und deshalb einen vermehrten Fettanſatz im Tierkörper bewirken.

1. Durch einſeitige Vermehrung der Fettzufuhr wird der geſamte Fettumſatz etwas geſteigert, bei genügender Fettmenge aber davon zugleich ein größerer oder geringerer Teil angeſetzt, beſonders wenn gleichzeitig viel Eiweiß im täglichen Futter verabreicht wird.

2. Das aus dem Eiweiß ſich abſpaltende Fett unterliegt leichter der Zerſtörung als das Nahrungsfett; durch das letztere wird, wie ſchon früher (S. 36) hervorgehoben wurde, bei gleichzeitiger Verabreichung geringer Mengen von Eiweiß deſſen Umſatz etwas erhöht, bei größeren Gaben dagegen vermindert, niemals aber ganz aufgehoben. Das Fett ſchützt nicht das Eiweiß vor dem Zerfall; wohl aber können genügende Mengen von Eiweiß die Zerſtörung des Fettes vollſtändig verhindern.

3. In einem fettreichen Körper iſt der geſamte Fettumſatz und auch der Zerfall des Nahrungsfettes ein größerer, als in einem fettarmen Körper; in dem letzteren wird das aus der Nahrung ſtammende oder neu gebildete Fett leichter abgelagert, während in dem erſteren der weiteren Anſammlung von Fett größere Hinderniſſe im Wege ſtehen.

4. Ebenſo wie durch übermäßige Waſſeraufnahme der Eiweißzerfall geſteigert wird (vgl. S. 35), ſo iſt dabei zugleich, vorliegenden Verſuchen zufolge, die Kohlenſäureausſcheidung eine größere, alſo überhaupt die Zerſtörung organiſcher Subſtanz im Körper vermehrt. Man hat daher namentlich bei der Mäſtung ein zu wäſſeriges Futter und zu ſtarkes Saufen der Tiere zu vermeiden, wenn man eine möglichſt raſche und reichliche Ablagerung von Fleiſch und beſonders von Fett zu erzielen wünſcht. Ähnlich ungünſtig wirkt ferner eine zu niedrige und eine zu hohe Stalltemperatur bei der Mäſtung, die erſtere, weil dadurch eine vermehrte Oxydation, alſo Erzeugung von Körperwärme notwendig wird, die letztere wegen der dabei gewöhnlich geſteigerten Waſſeraufnahme und Waſſerverdunſtung und weil die Tiere alsdann leicht in ihrer Ruhe und in ihrem Appetit Störungen erleiden. Eine mittlere Stalltemperatur von 10 bis 15° R. iſt für den Erfolg der Produktionsfütterung überall am günſtigſten.

5. Ferner äußert die Körpergröße einen beſtimmenden Einfluß auf den Stoff- und Kraftwechſel; kleinere Tiere bedürfen im allgemeinen relativ mehr Nahrung als größere, weil ſie im Verhältnis zum Gewicht eine größere Oberfläche beſitzen und daher mehr Wärme ausſtrahlen. Bei einer und derſelben Tierart entſpricht die Wärmeproduktion oder Wärmeabgabe der Körperoberfläche; für einen beſtimmten Teil der letzteren werden bei großen wie kleinen Individuen gleich viel Wärmeeinheiten oder Kalorien verbraucht. Dagegen iſt die Intenſität der Ver-

brennung bei Tieren verschiedener Gattung, wenn auch gleicher Größe, oft wesentlich verschieden. Bei Versuchen im physiologischen Institut der Universität München fand Rubner, daß bei gleichem Körpergewicht und ziemlich gleicher Oberfläche ein Hund in 24 Stunden bei 15° C. Lufttemperatur pro 1 qcm Oberfläche 1136, ein Kaninchen dagegen nur 717 und ein Huhn 892 Kalorien*) verbrauchte. Auch bei den landwirtschaftlichen Tieren, zunächst den verschiedenen Arten von Wiederkäuern scheint Ähnliches der Fall zu sein; wenigstens entspricht der Nahrungsbedarf von Ochsen, Schafen und Ziegen keineswegs allein der verschiedenen Körpergröße und Körperoberfläche dieser Tiere. Im Mittel direkter Versuche bedarf ein volljähriger Ochse auf 1 kg Lebendgewicht im Beharrungsfutter etwa 0,6 g Eiweiß und 7,4 g stickstofffreie Nährstoffe, ein ausgewachsener Hammel 1,2 g Eiweiß und 10,5 g stickstofffreie Nährstoffe, letztere nach ihrer prozentigen Zusammensetzung auf Stärkemehl reduziert.

6. Jede körperliche Anstrengung, die vermehrte Muskelarbeit steigert die Fettzersetzung sehr beträchtlich, wie wir in dem nächsten Kapitel dieser Ausarbeitung sehen werden; es sind daher zu starke Bewegungen der Mast- und Milchtiere sorgfältig zu vermeiden.

7. Durch Blutentziehung wird der Eiweißumsatz zunächst gesteigert, aber zugleich die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung, also auch die Fettzersetzung vermindert, und damit das aus der Nahrung aufgenommene oder im Körper neu gebildete Fett um so leichter aufgespeichert. Hiermit steht auch die Erfahrung im Zusammenhang, daß bei Blutarmut der Körper zum Fettansatz besonders geneigt ist, sowie die in manchen Gegenden vorkommende Sitte, den zur Mast bestimmten Tieren zeitweise durch Aderlaß Blut zu entziehen. Allerdings ist die Größe der Sauerstoffaufnahme in erster Linie durch den Stoffumsatz, und nicht der letztere durch die erstere bedingt (vergl. S. 21), aber das jedesmal mögliche Maximum der Sauerstoffaufnahme ist doch durch die vorhandene Menge des Blutes und namentlich durch dessen Gehalt an Blutkörperchen (Hämoglobin) beeinflußt, und dieser Gehalt wird durch eine anhaltend stickstoffarme Fütterung wesentlich vermindert. Es läßt sich daher wohl die im allgemeinen größere Mästungsfähigkeit der Pflanzenfresser, und unter diesen wiederum gewisser Gattungen und Rassen, neben anderen Faktoren, wie Kreislaufverhältnisse, Lungenoberfläche ꝛc. auf eine relativ geringere Gesamtblutmenge und auf einen geringeren Gehalt des Blutes an Hämoglobin zurückführen.

---

*) Mit Kalorie oder Wärmeeinheit bezeichnet man diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 g Wasser um 1° C. zu erhöhen.

8. Besonders wichtig für die Ernährung der Pflanzenfresser, also für die Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung ist der Einfluß, welchen die Kohlehydrate auf den Umsatz und Ansatz des Fettes äußern. Dieselben verhalten sich nämlich insofern dem Nahrungsfett ähnlich, als sie ebenfalls die Zerstörung des Körperfettes aufheben und bei größeren Mengen durch Fettersparnis das Fett aus der Nahrung und aus dem zersetzten Eiweiß vollständig zum Ansatz bringen. Hierbei sollen nach Voit die Kohlehydrate eine größere Wirkung ausüben, als ihrem Respirationswert entsprechen würde, so daß z. B. vom Stärkemehl nicht 244, sondern schon 175 Teile in dieser Hinsicht äquivalent wären mit 100 Teilen Fett. Aber auch wenn letzteres nicht der Fall ist, so werden doch, wie wir wissen, die Kohlehydrate (Zucker) im Respirationsprozeß leichter verbrannt als das Fett und dieses ist dadurch vor einer raschen Zerstörung geschützt.

Es läßt sich die geringste Eiweiß- und Kohlehydratmenge ermitteln, bei welcher der Körper eben kein Eiweiß und kein Fett mehr von sich hergiebt, also fortwährend im Beharrungszustand, im Stickstoff- und Kohlenstoffgleichgewicht verbleibt. Steigert man bei dieser geringsten Eiweißzufuhr die des Kohlehydrates, so wird Fett angesetzt, aber meistens, wie es scheint, nur in geringer Menge. Vermehrt man dagegen bei der geringsten Kohlehydratmenge die Eiweißquantität, so zerfällt mehr Eiweiß, aber auch ein wenig Eiweiß und etwas Fett daraus wird im Körper abgelagert. Läßt man bei reichlicher Eiweißzufuhr auch viel Kohlehydrat dem Körper zukommen, so wächst die Ansammlung des Eiweißes, besonders aber die des Fettes, weil dann in jeder Hinsicht genügendes Material zur Neubildung des Fettes und ein hierzu geeignetes Verhältnis der Nährstoffe im täglichen Futter vorhanden ist.

Die allgemeinen Gesetze der Fleisch- und Fettbildung zeigen uns klar, daß zur vorteilhaftesten und vollständigsten Erreichung eines jeden Zweckes der Fütterung den Tieren nicht allein eine genügende Menge von Nahrung dargeboten, sondern auch ein ganz bestimmtes Verhältnis von Eiweiß und Kohlehydrat, überhaupt von stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen beobachtet werden muß. Die näheren Erörterungen hierüber können wir erst später anstellen. Hier will ich nur erwähnen, daß im allgemeinen die Produktionsfütterung bei mittleren Nährstoffverhältnissen am günstigsten sich gestaltet. Bei zu kleinen Eiweißmengen wäre die Energie des Stoffwechsels geschwächt und auch zu wenig Material vorhanden, um eine rasche und reichliche Fleisch- und Fettbildung zu ermöglichen; sehr viel Eiweiß im Futter würde zunächst den Strom von zirkulierendem Eiweiß und dadurch die Zerstörung wertvoller Nährsubstanz bedeutend vermehren. Giebt man ferner verhältnismäßig zu wenig Kohlehydrat, so wird nicht so viel

Eiweiß wie möglich vor dem Zerfall beschützt und nicht alles aus dem Futter resorbierte und aus dem Eiweiß abgespaltene Fett abgelagert; giebt man zu viel Kohlehydrat, so wird von diesem unnötig, ohne stoffliche Dienste geleistet zu haben, zersetzt, ja es kann der Organismus darunter leiden, weil er auf die Dauer nur schwierig so viel Material zu bewältigen vermag, es wird alsdann oft auch eine beträchtliche Menge ganz unverdaut mit dem Kot wiederum ausgeschieden.

Nur bei mittleren Nährstoffverhältnissen ist unter sonst geeigneten Umständen zu erwarten, daß anhaltend die größte Menge von Organeiweiß und Fett aus dem aufgenommenen Futter abgelagert wird. Was aber unter mittleren, sowie unter engeren und weiteren Nährstoffverhältnissen bei der Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere zu verstehen ist, kann erst erörtert werden, nachdem wir vorher die in der Landwirtschaft benutzten wichtigeren Futterarten bezüglich ihrer Verdaulichkeit und also ihres Gehalts an wirklichem Nährstoff kennengelernt haben.

Die Kraftproduktion.

Man glaubte früher, nach Liebig's Vorgang, daß durch die mechanische Arbeit, durch angestrengte Muskelthätigkeit eine wesentliche Abnutzung der Organe und damit ein sehr vermehrter, ein um das Doppelte und Dreifache gesteigerter Eiweißumsatz bewirkt werde. Aus Versuchen jedoch, welche in München von Voit und Pettenkofer ausgeführt wurden, hat sich ergeben, daß dies keineswegs der Fall ist, daß vielmehr der Eiweißumsatz, bei unveränderter Nahrungsaufnahme und selbst bei Hunger, während der Arbeit kein wesentlich größerer ist, als in der Ruhe, wenigstens wenn der Ernährungszustand des Tierkörpers ein guter ist und nicht vielleicht eine übergroße Anstrengung der Muskeln verlangt wird oder die Arbeit lange Zeit andauert. Es mag in den zunächst thätigen Organen bei dem Zuströmen einer größeren Menge Blut, bei rascherer Zirkulation desselben mehr Eiweiß zerstört werden, aber dies wird durch die alsdann verhältnismäßig größere Ruhe der übrigen Organe wieder ausgeglichen, so daß der gesamte Umsatz an dieser Substanz für den ganzen Körper bei der Arbeit ziemlich unverändert bleibt. Dagegen wird die Zerstörung von Fett, beziehungsweise Kohlehydraten, durch starke Arbeitsleistung sehr bedeutend erhöht, infolge davon entsprechend mehr Sauerstoff im Respirationsprozeß aufgenommen und also mehr Wärme erzeugt, gleichzeitig aber bei weit größerer Wasserverdunstung auch mehr Wärme nach außen hin abgegeben.

Die ersten Versuche in dieser Richtung wurden mit einem großen, etwa 32 kg schweren Hund angestellt; die Arbeit, welche derselbe an

den Arbeitstagen durch Laufen in einem Treirad zu verrichten hatte, war eine verhältnismäßig bedeutende und betrug pro Sekunde durchschnittlich (die Zeit der Arbeit und der Ruhe in 24 Stunden zusammen gerechnet 1,7 kgm*), während man für einen 70 kg schweren Mann, bei täglich 8stündiger Arbeitszeit, eine durchschnittliche Sekundenleistung von 2,3 kgm, also nicht viel mehr annimmt. Hierbei ergab sich für die Arbeitstage eine kleine Erhöhung des Eiweißumsatzes, welche jedoch im Hungerzustand des Tieres nur 11,5 und bei reichlicher Fleischfütterung 4,8 % von dem bei völliger Ruhe zerstörten Eiweiß betrug. Auch erklärte sich diese Erhöhung schon einfach aus dem Umstand, daß bei der Arbeit von dem Tier mehr Wasser getrunken und mit dem Harn mehr Wasser ausgeschieden wurde, was den Eiweißumsatz stets etwas steigert (vgl. S. 35). Durch Regulierung der Aufnahme des Wassers konnte man in anderen Versuchen, zu welchen ein gesunder und kräftiger Mann diente, den erwähnten Einfluß beseitigen. Der Versuchsmann trieb an den Arbeitstagen während 9 Stunden ein mit Kurbel versehenes schweres Rad, wobei er sich abends ermüdet fühlte, wie nach einer anstrengenden Arbeit oder nach einem längeren Marsche. Unter Beihilfe des Respirationsapparates wurden die folgenden Zahlen ermittelt, welche auf den Zeitraum von 24 Stunden sich beziehen und über die Gestaltung des Stoffumsatzes bei der Arbeit und in der Ruhe Aufschluß geben:

	Eiweißumsatz.	Fettverbrauch.	Kohlensäure ausgeatmet.	Sauerstoff aufgenommen.	Wasserausscheidung im Harn.	Wasserausscheidung verdunstet.
	g	g	g	g	g	g
1. Hungerzustand.						
Ruhe . . .	79	209	716	762	844	821
Arbeit . .	75	380	1187	1072	746	1777
2. Mittlere Kost.						
Ruhe . . .	137	219	928	832	1056	931
Arbeit . .	137	320	1209	1006	1155	1727

Die Zahlen beweisen, daß unter den gegebenen Verhältnissen der Eiweißumsatz bei der Arbeit nicht größer war, als in der Ruhe. Dagegen nahm der Fettverbrauch bedeutend zu und dadurch bedingt auch die Kohlensäureausscheidung, sowie die Sauerstoffaufnahme; ebenfalls war die Verdunstung von Wasser durch Haut und Lunge eine weit größere. Beim Hunger war die Differenz in der ausgeatmeten Kohlensäure zwischen Ruhe und Arbeit bedeutender (471 g), als bei

*) Unter Kilogrammmeter versteht man diejenige Kraft, welche erforderlich ist, um 1 kg auf 1 m Höhe zu heben.

mittlerer Kost (281 g); ähnlich verhielt sich auch der Sauerstoff, nämlich beziehungsweise 310 und 174 g, während die Unterschiede in der Wasserverdunstung verhältnismäßig geringer waren, gleich 956 : 796 g. Bemerkenswert ist auch, daß an den Ruhetagen die Menge des aufgenommenen Sauerstoffes, wenn man dieselbe vergleicht mit dem Gewicht der ausgeatmeten Kohlensäure, eine größere war, als an den Arbeitstagen. Es steht dies anscheinend im Zusammenhang mit der anderweitig beobachteten und schon früher (S. 20) erwähnten Thatsache, daß in dem gesunden Tierkörper, gewöhnlich zur Zeit der Ruhe während der Nacht, eine gewisse, je nach den Umständen größere oder geringere Menge Sauerstoff aufgespeichert wird, die dann während der Arbeit mit Verwendung findet und also eine im Verhältnis zu dem aufgenommenen Sauerstoff um so reichlichere Kohlensäureausscheidung bewirkt.

Es ist zuweilen behauptet worden, daß bei angestrengter Arbeit eine beträchtliche Ausscheidung des aus zerstörtem Eiweiß herrührenden Stickstoffes im gasförmigen Zustande durch Haut und Lungen erfolge, der gesamte Eiweißumsatz also alsdann nicht durch den im Harn vorhandenen Stickstoff genau ermittelt werden könne. Es wäre hiernach die in den obigen und anderen Versuchen beobachtete große Übereinstimmung der Mengen des Harnstickstoffes an den Arbeits- und Ruhetagen eine ganz zufällige, was aber gewiß an sich schon unwahrscheinlich ist und außerdem durch folgende Betrachtungen und Versuchsresultate widerlegt wird. Wenn nämlich infolge der Arbeit der gesamte Eiweißumsatz beträchtlich sich erhöhte, so müßte dies wenigstens durch eine entsprechend vermehrte Ausscheidung von Schwefelsäure und Phosphorsäure im Harn sich zu erkennen geben; denn bei jeder Zerstörung von Eiweiß wird daraus auch eine gewisse Menge von Schwefel in der Form von Schwefelsäure, und ebenso Phosphorsäure abgeschieden, welche schließlich mit dem Harn den Körper verläßt und natürlich nicht auf dem Wege der Verdunstung austreten kann. In den obigen Versuchen war aber bei mittlerer Kost des Menschen die Menge der Schwefelsäure in dem Harn an den Ruhetagen durchschnittlich 2,61 g und an den Arbeitstagen 2,57 g, die Menge der Phosphorsäure beziehungsweise 4,19 und 4,11 g, für beide Stoffe also in der Ruhe und bei der Arbeit eine fast absolut gleiche. Solchen Versuchsresultaten gegenüber, welche mit Aufwand der größten Sorgfalt und unter Beachtung der gesamten sichtbaren und gasförmigen Ausscheidungen des Tierkörpers erhalten worden sind, wird man einigen anderen ihnen widersprechenden Beobachtungen, wenigstens vorläufig kein großes Gewicht beilegen können.

Daß dagegen die Zerstörung des Fettes und damit zunächst die Ausscheidung von Kohlensäure bei der vermehrten Arbeit eine größere

iſt, als im Ruhezuſtand, wird durch alle Beobachtungen beſtätigt. Dies beweiſen ferner die in Weende von Henneberg mit volljährigen Hammeln ausgeführten Verſuche, aus welchen ſich ergab, daß auch ohne außergewöhnliche Muskelanſtrengungen, bei Ernährung der Tiere im Stall, bei Tage im allgemeinen mehr Kohlenſäure ausgeſchieden wird als bei Nacht, was nämlich durch die im wachenden Zuſtand, gegenüber der nächtlichen Ruhe ſtets vermehrte Muskelthätigkeit, hauptſächlich durch die am Tage größere Arbeit der Kau- und Schlingmuskeln bedingt iſt. Bei der, wie gewöhnlich, vorwiegend am Tage ſtattfindenden Fütterung kamen auf die 12 Tagesſtunden 54 % der geſamten Kohlenſäureausſcheidung in 24 Stunden, während umgekehrt, wenn die Tiere vorwiegend bei Nacht mit gleichen Quantitäten von Wieſenheu gefüttert wurden, die Kohlenſäuremenge bei Tage nur 46, bei Nacht dagegen 54 % von der geſamten Ausſcheidung betrug.

Bezüglich der durch Muskelarbeit oft ſo bedeutend erhöhten Zerſtörung des Fettes iſt es gleichgiltig, ob dieſes Fett direkt aus der Nahrung oder von dem im Körper ſchon angeſetzten Fett herſtammt, oder aus dem Eiweiß bei dem Zerfall desſelben ſich abgeſpalten hat, oder endlich, ob eine in dieſer Hinſicht dem betreffenden Fett äquivalente Menge von Kohlehydraten mit dem Futter aufgenommen worden iſt. Jedenfalls iſt erſichtlich, daß man überall, wo es auf eine möglichſt raſche und vorteilhafte Fettproduktion ankommt, die Tiere ſorgfältig vor nur einigermaßen ſtarken Bewegungen und Muskelanſtrengungen zu hüten hat.

In den oben erwähnten Verſuchen mit einem Menſchen war der Eiweißumſatz in keiner Weiſe durch die Arbeitsleiſtung verändert, weder bei Hunger, noch auch bei gleichbleibender mittlerer Koſt. Selbſtverſtändlich kann das nur der Fall ſein, wenn der Ernährungszuſtand ein guter iſt und insbeſondere wenn der Verſuch auf eine kurze, nicht aber auf eine längere Zeitperiode ſich bezieht, überhaupt nur, ſolange die bei der Arbeit ſehr verſtärkte Verbrennung von organiſcher Subſtanz durch das infolge einer vorausgehenden reichlichen Ernährung im Körper angeſammelte Fett gedeckt wird. Sowie aber die verſtärkte Arbeitsleiſtung ohne entſprechende Zulage zur täglichen Nahrung, längere Zeit andauert, ſo muß notwendig bald auch das Körpereiweiß, anfangs im geringeren Grade, ſpäter immer mehr angegriffen und daher die Ausſcheidung von Stickſtoff durch den Harn vermehrt werden. Auf der Verſuchsſtation zu Hohenheim ſind Pferdefütterungsverſuche angeſtellt worden, bei welchen man die Beobachtung nicht wie in den Münchener Verſuchen, auf jedesmal 24 Stunden beſchränkte, ſondern auf weit längere Perioden ausdehnte. Hierbei konnte zugleich die geleiſtete Tagesarbeit mit Hilfe eines beſonderen Apparates genau gemeſſen und nach Kilogrammmetern

berechnet werden. In einer Versuchsreihe erhielt das Pferd während der ganzen Dauer des Versuches als Tagesration 5 kg Wiesenheu, 6 kg Hafer und 1,5 kg Weizenstrohhäcksel; die Menge der aus diesem Futter verdauten organischen Stoffe blieb trotz der von einer Periode zur andern sehr wechselnden Arbeitsleistung, mit geringen Schwankungen, immer dieselbe und betrug durchschnittlich 5861 g mit einem Nährstoffverhältnis von 1 : 6,57. Jede Versuchsperiode dauerte 8—14 Tage, und es ergab sich:

	Per. I.	II.	III.	IV.	V.
Tagesarbeit . . kgm	475000	950000	1425000	950000	475000
Harnstickstoff p. Tg. g	99,0	109,3	116,8	110,2	98,2
Lebendgewicht . kg	534	530	523	508	518

In einer zweiten Versuchsreihe war die Dauer der einzelnen Perioden noch länger, nämlich resp. 3—4 und selbst 8 Wochen; hierbei wurde ein sehr stickstoffreiches Futter verabreicht, pro Tag 7,5 kg Wiesenheu und 4 kg Ackerbohnen, in welcher Ration die bei jeder Arbeitsleistung wiederum fast gleiche Menge der verdauten organischen Stoffe zu 5365 g mit einem Nährstoffverhältnis = 1 : 2,96 ermittelt wurde. Weiter fand man:

	Per. I.	II.	III.
Tagesarbeit . . . kgm	810000	2430000	810000
Harnstickstoff pro Tag g	198,6	228,0	199,9
Lebendgewicht . . . kg	497	463	458

In der letzten Versuchsreihe war die Differenz des Eiweißumsatzes oder Harnstickstoffes in den betreffenden Perioden größer als in der ersteren, weil die Tagesarbeit bedeutend mehr gesteigert wurde, dagegen die Menge der aus dem Futter täglich verdauten organischen Substanz eine etwas geringere, das Nährstoffverhältnis aber ein weit engeres war, und namentlich weil die einzelnen Versuchsperioden länger dauerten und daher bei verstärkter Arbeit der Ernährungszustand des Pferdes, welcher schon zu Anfang des Versuches ein geringerer war als in der ersten Versuchsreihe, rasch noch mehr sich vermindern mußte. Im Verlaufe der zweiten Periode zeigte es sich besonders deutlich, wie rasch bei der überhaupt durch Arbeit sehr vermehrten Verbrennung von organischer Substanz auch der Eiweißumsatz im Körper des Pferdes sich steigerte; die verstärkte Arbeitsleistung begann mit dem 12. März und einige Tage später, vom 18.—24. März fand man an Harnstickstoff pro Tag 211,3 g, ferner vom 25.—29. März 220,7, vom 30. März bis 4. April 229,1 und vom 5.—10. April 234,3 g. Hierbei sank das Lebendgewicht des Tieres von 497 kg (11. März) in den angegebenen Zeitabschnitten auf 482—470—469 und zuletzt

auf 463 kg, und man kann mit Sicherheit annehmen, daß bei noch längerer Dauer der Versuchsperiode das Körpereiweiß noch mehr in Anspruch genommen worden wäre, der Ernährungszustand also des Pferdes immer rascher sich verschlechtert hätte. Man sieht, daß infolge der größeren Arbeitsleistung allerdings auch ein vermehrter Eiweißumsatz eintreten kann, in höherem oder geringerem Grade je nach dem im Beginn des Versuches vorhandenen Ernährungszustand des Tieres. Bei dem Pferde macht die Zunahme im Eiweißumsatz sich schon bei einem mittleren, vielleicht bei jedem Ernährungszustand bemerkbar (s. die erste Versuchsreihe); immer aber ist dieselbe nur unbedeutend im Verhältnis zu der so sehr gesteigerten Oxydation von Körperfett, beziehungsweise von stickstofffreien Bestandteilen der Nahrung.

Die bei der Arbeit sehr vermehrte Verbrennung von Fett hat Anlaß gegeben, in diesem Prozeß die Hauptquelle für die Muskelkraft zu suchen, indem man annimmt, daß die geleistete Arbeit durch ein Äquivalent der mehr erzeugten Wärme ermöglicht wird und im Tierkörper also eine Umsetzung von Wärme in Kraft stattfindet, ähnlich wie bei einer Dampfmaschine die durch das Brennmaterial erzeugte Wärme durch das Mittel des Dampfes oder in einer kalorischen Maschine mittelst der erhitzten Luft in bewegende Kraft sich umwandelt. Hiernach würden es also hauptsächlich die stickstofffreien Nährstoffe sein, welche bei der Kraftproduktion mitwirken, und es würden hierzu, wie man berechnet hat, nur etwa 20 % der durchschnittlich im Körper produzierten Wärme in Anspruch genommen zu werden brauchen, was allerdings immer noch eine beträchtlich größere Leistung wäre, als man mit der am besten konstruiertem Dampfmaschine bisher erreicht hat, deren Arbeit nur einem Äquivalent von höchstens 10 % der zu ihrem Betrieb nötigen Wärme entspricht. Es scheint aber fraglich, ob die im Tierkörper gebildete Wärme, wie in einer kalorischen Maschine, direkt in mechanische Arbeit sich umsetzen könne, als eine direkte Quelle für die letztere zu betrachten sei, weil die hierzu erforderlichen Bedingungen fehlen, namentlich keine abwechselnde Erhitzung und Abkühlung der tierischen Maschine oder einzelner Teile derselben stattfindet. Vielmehr wirkt bekanntlich nichts nachteiliger auf den Gesundheitszustand des tierischen Organismus ein, als Veränderungen in der notwendigen Temperatur desselben; schon verhältnismäßig geringe Störungen der normalen Körperwärme führen zu einem raschen Tod. Wenn im Tierkörper eine einfache Umsetzung von Wärme in Kraft stattfände, so müßte die bei der Arbeit so sehr gesteigerte Oxydation organischer Stoffe eine fortwährend sich erneuernde Quelle für die Muskelkraft sein und äußere Kraftleistungen gleichsam ohne Aufhören ermöglichen. Die bei der Arbeit vermehrte Wärmeproduktion, der

größere Respirationsverbrauch ist aber sekundär eine Folge der Arbeit und kann daher nicht wohl primär oder direkt als die Quelle derselben gelten. Die bei der Arbeit erzeugte größere Wärmemenge wird durch die gleichzeitig erhöhte Wasserverdunstung und reichlichere Wärmeausstrahlung absorbiert und wiederum ausgeglichen.

Aber auch abgesehen von der Frage, auf welche Weise die Kraftproduktion im Tierkörper zu stande kommt, so hat man doch in der erhöhten Verbrennung des Körperfettes oder in dem größeren Quantum des Futters, überhaupt in dem größeren Stoffverbrauch einen geeigneten Maßstab, gleichsam ein Äquivalent für die geleistete oder zu leistende Tagesarbeit. Die oben erwähnten Hohenheimer Pferde-Fütterungsversuche zeigen deutlich, daß bei einer längere Zeit hindurch gleichmäßig fortgesetzten Fütterung des Tieres sehr bald eine anfangs geringe, nach und nach aber zunehmende Steigerung in der Menge des Harnstickstoffes und somit in dem Eiweißumsatz eintritt, wenn unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen die täglichen Kraftleistungen bleibend oder doch für einen nicht zu kurzen Zeitraum erhöht werden. Andere Versuche nun mit demselben Tier haben ergeben, daß die weitere Steigerung im Eiweißumsatz sofort aufhört, sobald das täglich aufgenommene Nährstoffquantum durch die Beigabe einer genügenden Menge von Fett oder Kohlehydraten vermehrt wird. Man kann genau ermitteln, wie viel von den zuletzt genannten Nährstoffen als Beigabe erforderlich ist, um das durch die erhöhte Muskelanstrengung gestörte Stickstoffgleichgewicht wieder herzustellen, und es ist zu vermuten, daß damit alsdann auch der größere Respirationsverbrauch gedeckt wird, also gleichzeitig Kohlenstoffgleichgewicht eintritt, überhaupt der ganze Ernährungszustand des Tieres unverändert bleibt.

In einer Versuchsreihe erhielt das Pferd, welches in einem mittleren Ernährungszustande sich befand (530 kg Lebendgewicht), als Tagesration 6 kg Wiesenheu und 6 kg Hafer und verdaute daraus an organischer Substanz 5547 g mit einem Nährstoffverhältnis = 1 : 6,73. Aus den Beobachtungen in einer längeren Zeitperiode von 52 Tagen ergab sich, daß bei diesem Futter das Tier eine Arbeit von 1 450 000 kgm pro Tag*) verrichten konnte, ohne an Körpersubstanz, zunächst an Eiweißmasse zuzusetzen. Eine Steigerung der Tagesleistung um 500 000 kgm erforderte eine Beigabe von 930 g lufttrockener Reisstärke (mit 13 % Feuchtigkeit), woraus aber anscheinend nur 570 g Trockensubstanz wirklich verdaut wurden, um den durch die vermehrte Arbeit gesteigerten Eiweißumsatz wieder aufzuheben. In

*) Als mittlere Tagesarbeit für ein 500 kg schweres Arbeitspferd kann man 1 800 000 kgm annehmen.

einer anderen Versuchsreihe betrug das tägliche Futter bei einem niedrigeren Lebendgewicht des Tieres (etwa 490 kg) 6 kg Wiesenheu, $3\frac{1}{2}$ kg Gerste und $1\frac{1}{2}$ kg Leinkuchen (daraus verdaute Substanz = 5269 g mit einem Nährstoffverhältnis = 1 : 4,51) und die Tagesleistung 1 550 000 kgm. Die Steigerung der letzteren um 500 000 kgm erforderte eine Beigabe von 219 g an wirklich verdautem Fett, um bei der gesteigerten Arbeitsleistung das infolge derselben gestörte Stickstoffgleichgewicht wieder herzustellen; die einseitige Erhöhung des Futterfettes wurde durch Verabreichung von gequetschtem Leinsamen, anstatt Leinkuchen bewirkt. Bei der Annahme einer einfachen Umsetzung der Verbrennungswärme in „nutzbare Kraft" würde das Wärmeäquivalent der letzteren in Prozenten der ersteren bei dem Stärkemehl 46 und bei dem Leinöl 49 % betragen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die genannten stickstofffreien Nährstoffe nur innerhalb einer gewissen Grenze, welche bei dem Pferd einem Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter von höchstens 1 : 8 entsprechen mag, als Maßstab für die geleistete Arbeit gelten können; immer muß eine bestimmte Menge von verdaulichem Futtereiweiß dargeboten und dieses häufig gleichzeitig mit den stickstofffreien Nährstoffen gesteigert werden, schon weil bei angestrengter Arbeit vermutlich die alsdann sehr vermehrte Sauerstoffaufnahme nur durch reichlich vorhandenes Zirkulationseiweiß vermittelt werden kann und überhaupt eine größere Energie des Stoffwechsels erforderlich ist.

Die eigentliche Quelle für die Muskelkraft sehen wir in den Zersetzungsvorgängen des Tierkörpers, in dem Zerfall, welchen die Körperbestandteile oder die aus dem Verdauungskanal resorbierten Nährstoffe bei dem Durchgang des Plasmastromes durch die Gewebezellen erleiden. Hierbei werden, ähnlich wie wir jetzt bei der Fettproduktion annehmen müssen, sowohl stickstofffreie als auch stickstoffhaltige Substanzen in Betracht kommen. Indem die Stoffe unter Mitwirkung des eingeatmeten Sauerstoffes in einfachere Atomgruppen zerfallen, wird die Spannkraft oder chemische Kraft, welche die Atome vorher in anderer Weise an einander fesselte, gleichsam frei und kann als lebendige Kraft nach Willkür zu äußeren Arbeitsleistungen dienen und auch im Ruhestand des Körpers für die innere Arbeit der Organe Verwendung finden oder in elektrische Ströme ꝛc. sich umsetzen. Der Tierkörper hat offenbar die Fähigkeit, eine gewisse Menge von Spannvorrat aufzuspeichern; sobald dieser Vorrat durch angestrengte Arbeit rasch verbraucht ist, wird eine Zeit der Ruhe (Arbeitspause) erforderlich, um beim Durchströmen einer neuen Menge von Stoffen durch die Gewebezellen wieder Spannvorrat anzusammeln und damit aufs neue stärkere Kraftäußerungen zu ermöglichen.

Alle Zersetzungen organischer Substanz im Thierkörper und die dabei auftretenden Erscheinungen und Kraftäußerungen müssen im Einklange stehen mit dem Prinzip von der Erhaltung und Unzerstörbarkeit der Kraft, wie solches zuerst von dem Heilbronner Arzt J. R. Mayer nachgewiesen worden ist. Für die geleistete Arbeit wird bei dem Zerfall und der Verbrennung der Stoffe um so weniger Wärme, entsprechend dem „mechanischen Aequivalent" der letzteren (1000 Wärmeeinheiten oder Kalorien = 424 kgm Arbeit) zum Vorschein kommen, wenn auch, wie schon erwähnt wurde, nicht anzunehmen ist, daß im Tierkörper, ähnlich wie in einer kalorischen Maschine, ein direkter Umsatz der einmal gebildeten und freigewordenen Wärme in lebendige Kraft stattfindet. Es ist eine wichtige Entdeckung von Max Rubner, daß die relativen Mengen von Fett, Eiweiß und Zucker, welche den Stoffverlust eines vorher hungernden Organismus aufzuheben im stande sind, daß die dynamischen Aequivalente der Nährstoffe sehr nahe übereinstimmen mit den von Stohmann ermittelten und in ihrer Genauigkeit von Rubner bestätigten kalorimetrischen Zahlen oder Wärmewerten. Letzterer hat nämlich gefunden, daß 100 Teilen Fett (9420 Kalorien) entsprechen:

	Direkt am Tier bestimmt.	Nach dem Wärmewert berechnet.	Differenz.
Eiweiß	225	213 = 4424 kal.	+ 5,6 %
Stärkemehl	232	229 = 4116 „	+ 1,7 „
Rohrzucker	234	235 = 4001 „	— 0,4 „
Traubenzucker . . .	256	255 = 3692 „	+ 0,4 „

Für die Kohlehydrate ist also die Übereinstimmung eine fast absolute, für das Eiweiß nicht ganz so groß, aber die Abweichung ist auch nicht beträchtlich genug, um deshalb die Gesetzmäßigkeit bezweifeln zu können, daß Stoffe von gleichem Energieinhalt (Wärmewert) sich gegenseitig auch in Bezug auf die Lebensfunktionen der Tiere zu vertreten vermögen, also isodynam sind.

Nach Stohmann sind die durch direkte Verbrennung ermittelten Wärmewerte für je 1 g Eiweiß, Fett- und Stärkemehl = 5715; 9431 und 4116 kal., nach Rubner, damit sehr nahe übereinstimmend = 5754; 9423 und 4115 kal. Die Zahlen für Stärkemehl und Fett verhalten sich wie 100 : 229; es ist daher der gewöhnlich benutzte (aus den zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoffmengen berechnete) Faktor = 2,44 etwas zu hoch. Andererseits ist nach den Resultaten neuerer Forschungen für das Eiweiß der gleiche Wärmewert, wie für das Stärkemehl, nämlich 4116 kal. anzunehmen, während man dafür, nach Abspaltung des Harnstoffes, bisher die Zahl 4720 berechnete. Rubner hat aber experimentell nachgewiesen,

daß der physiologische Wärmewert für das Eiweiß niedriger ist, weil in dem Harn außer dem Harnstoff noch andere Zerfallprodukte des Eiweißes, und zwar von höherem Wärmewert zur Ausscheidung gelangen und weil außerdem eine gewisse Menge von Wärme für die Ausscheidungen im Kot in Abzug kommt. Hiernach bleiben nur 4424 kal. übrig oder 76,9 % der Brutto-Verbrennungswärme (5754 kal.), ferner für 1 g des trockenen, von Extraktivstoffen möglichst befreiten Fleisches nur 4047 kal. (für die organische Substanz des Fleisches 4233) und für 1 g der vegetabilischen Eiweißstoffe, zunächst im Brot von Roggen und Weizen sogar nur 3960 kal. Da aber andere vegetabilische Eiweißstoffe oder überhaupt Stickstoffverbindungen einen höheren Wärmewert besitzen und auch in den Versuchen mit landwirtschaftlichen Tieren die Menge der verdauten Eiweißsubstanz gewöhnlich aus der Differenz zwischen Futter und Kot bestimmt wird, also für die Kotbestandteile nichts in Abzug zu bringen ist, so wird man, wenigstens vorläufig, für das Eiweiß in der Nahrung des Pflanzenfressers wie des Fleischfressers den Wärmewert des Stärkemehls, d. h. die Zahl 4116 oder abgerundet 4100 beibehalten können, — dieselbe Zahl, welche Rubner für das Eiweiß in der menschlichen Kost (auf 100 Teile Eiweiß 60 Teile animalisches und 40 Teile vegetabilisches) berechnet, nämlich $60 \times 4233 + 40 \times 3960 = 2540 + 1584 = 4124$ kal.

Verschiedene in Hohenheim ausgeführte Fütterungsversuche mit Pferden haben ergeben, daß je 100 g von rohfaserfreiem Nährstoff (s. Verdauung der Cellulose), welche über das Erhaltungsfutter dieses Tieres hinaus (pro Tag 3350 g auf 500 kg Lebendgewicht; vgl. Fütterung des Pferdes) verabreicht werden, eine Arbeitsleistung von 85400 kgm ermöglichen. Nährstoff ist alsdann die verdaute organische Substanz des Futters, worin nach Abzug der Rohfaser die Stickstoffverbindungen und die Kohlehydrate als gleichwertig (1 g = 4100 kal.) in Rechnung kommen, das verdaute Fett aber mit dem Faktor 2,40 multipliziert den Kohlehydraten zugerechnet ist. Es würden also 100 g Nährstoff 410000 kal., sowie diese wiederum 173840 kgm entsprechen und davon 85400, fast genau die Hälfte als Arbeitsleistung des Pferdes, als „lebendige, nutzbare Kraft" Verwendung finden, ein Verhältnis, welches sehr nahe mit dem übereinstimmt, welches schon in früheren Versuchen mit dem Pferd für das reine Stärkemehl und das reine Fett (s. o.) gefunden wurde.

Wenn aber auch Fett und Kohlehydrate, also die stickstofffreien Nährstoffe im Tierkörper ebenso wie die Eiweißstoffe zur Kraftproduktion beitragen, so haben die letzteren doch auch besondere Funktionen zu erfüllen, welche wenigstens gewisse Mengen derselben

bei der Ernährung des tierischen Organismus als vorzugsweise wichtig erscheinen lassen. Viele Erfahrungen stimmen damit überein, daß es die Eiweißstoffe sind, welche im Tierkörper die Kraftäußerungen gleichsam vermitteln und ermöglichen. Es erwartet niemand große Kraftleistungen von Menschen und Tieren, wenn diesen nur stickstoffarme Nahrungsmittel, wie Kartoffeln, Reis und dergleichen dargeboten werden. Fettleibigkeit wird nirgends als ein Anzeichen von Muskelkraft betrachtet. Ein mit Brot und Fett reichlich gefütterter Hund ist träge und schläfrig, dagegen munter und zu ausdauernden Kraftäußerungen befähigt, wenn er reichlich mit Fleisch gefüttert wird. Ein Pferd, von welchem man angestrengte Arbeit verlangt, erhält in seiner Tagesration viel Hafer, oft unter Beigabe von eiweißreichem Bohnenschrot. Das lebhafte Temperament der Fleischfresser gegenüber den meist langsameren und weniger anhaltenden Bewegungen der pflanzenfressenden Tiere scheint hauptsächlich durch die Art der täglichen Nahrung bedingt zu sein. Bei viel Eiweiß im Futter ist die Energie des ganzen Stoffwechsels im Tierkörper gesteigert.

Eine reichliche Zufuhr von Nährstoff allein genügt nicht, um viel Arbeit zu leisten; es muß auch der nötige Apparat vorhanden sein, auf welchen die bei Zersetzung der Stoffe frei werdende Kraft übertragen werden kann. Nur in einem kräftigen Ernährungszustand, dessen Erhaltung wiederum die tägliche Zufuhr einer größeren Menge von Eiweiß, eine intensive Ernährungsweise verlangt, ist die Ansammlung einer genügenden Menge von Spannkraft möglich, der Tierkörper überhaupt zu einer angestrengten und ausdauernden Muskelthätigkeit befähigt. Schwächliche Leute und Rekonvalescenten können bei derselben Nahrung nicht ebensoviel leisten, wie kräftige Arbeiter mit vollkommen ausgebildeten Muskeln; die ersteren müssen erst nach und nach durch gute Ernährung wieder gekräftigt werden, bevor sie ihre volle Leistungsfähigkeit erlangen.

Da aber bei der angestrengten Muskelthätigkeit viel Respirationsmaterial verbraucht wird, so ist auch dieses in größerer Menge in der Form von stickstofffreien Nährstoffen bei der Arbeit zu verabreichen; es muß überhaupt eine reichlichere Ernährung stattfinden, wenn der Körper in seinem Gehalt an Fleisch und Fett unverändert, also in einem gleich kräftigen Zustand verbleiben soll. Eine Beigabe von Fett, welches das intensivste aller Respirationsmittel ist, möchte ebenfalls neben dem Eiweiß oft in Betracht kommen, und es wird wohl nicht zufällig sein, daß die Arbeiterklassen eine Vorliebe für fettreiche Speisen besitzen und daß der Hafer, gleichsam das Normalfutter für die Pferde, verhältnismäßig reich ist an Fettsubstanz.

Das Futter

der landwirtſchaftlichen Nutztiere.

Bis in die neuere Zeit unterſchied man faſt allgemein zwiſchen plaſtiſchen und reſpiratoriſchen Nährſtoffen, auch wohl zwiſchen Krafterzeugern und Wärme- oder Fettbildnern; zu den erſteren rechnete man die Eiweißſtoffe, zu den letzteren hauptſächlich das Fett und die Kohlehydrate. Durch die mechaniſche Arbeit ſollten die Organe des Körpers, zunächſt die Muskeln abgenutzt und raſch zerſtört werden, während man zugleich die Aufnahme von Sauerſtoff in das Blut als die primäre Urſache der Verbrennung einer entſprechenden Menge von Körperſubſtanz betrachtete. Nach dieſer Anſicht diente das in der Nahrung zugeführte Eiweiß ausſchließlich zum Wiederaufbau des durch die Arbeit zerſtörten Teiles der Organe, und die Zufuhr von Fett und Kohlehydraten war notwendig, um den im Reſpirationsprozeß eingeatmeten Sauerſtoff in Beſchlag zu nehmen und damit die gerade nötige Menge von Wärme zu erzeugen, beziehungsweiſe um das erforderliche Material für die Neubildung von Fett abzugeben. Wir wiſſen jetzt, hauptſächlich infolge der Aufklärungen, welche von dem tierphyſiologiſchen Inſtitut der Univerſität München ausgegangen ſind, daß die Zerſetzungsvorgänge im Tierkörper in weſentlich anderer Weiſe verlaufen und daß es bei einer etwaigen Einteilung oder Charakteriſtik der Nährſtoffe zunächſt nur darauf ankommt, zu ermitteln, was dieſelben ſtofflich für einen Erfolg haben bezüglich der Erhaltung und weiteren Ausbildung des ganzen Organismus.

Die Zerſetzung der Stoffe im Körper findet nicht ſtatt, weil mechaniſche Arbeit oder Wärme geliefert werden muß, ſondern weil unter den Bedingungen des Organismus die komplizierten Verbindungen nicht mehr zuſammenhalten. Der aufgenommene Sauerſtoff iſt nicht die Urſache des Zerfalles, und es würde der letztere auch erfolgen, wenn keine mechaniſche Arbeit zu leiſten wäre oder der Organismus mit weniger Wärme ausreichen könnte; der Sauerſtoff wird erſt nachträglich von den Produkten des Zerfalles angezogen, die Größe des letzteren reguliert die Aufnahme des erſteren, die dabei entſtehende

Wärme ist eine sekundäre Erscheinung, und es können trotz gleicher Temperaturhöhe des Körpers und der umgebenden Luft, je nach der Ernährungsweise und dem Ernährungszustand, die verschiedensten Wärmemengen erzeugt und durch entsprechend größere Wärmegaben wieder ausgeglichen werden. Nur ein kleiner Teil des in der Nahrung aufgenommenen Eiweißes lagert sich in den Zellen und Geweben ab und wird also plastisch, der größte Teil mischt sich dem Zirkulationseiweiß bei und zerfällt, ohne jemals organisiert gewesen zu sein. Aus dem Eiweiß wird Fett abgespalten und dieses kann sich im Körper an den Organen ansetzen; die Kohlehydrate sind im stande, ähnlich wie das Fett der Nahrung, Eiweiß und Fett zu ersparen und liefern auch selbst wiederum, unter hierzu geeigneten Umständen, Material zur Neubildung von Fett. Der Stoffwechsel betrifft nicht allein das Eiweiß, sondern auch das Fett und die Kohlehydrate, und zur Bildung der einzelnen Organe, sowie zur Erhaltung ihrer Lebensthätigkeit sind Wasser, Fett und Aschenbestandteile ebensowenig zu entbehren als Eiweiß. Alle Nährstoffe sind in dieser Beziehung als plastische zu bezeichnen, und alle organischen Nährstoffe, das Eiweiß mit eingeschlossen, liefern bei ihrem Zerfall auch Respirationsmaterial. Es läßt sich die Einteilung in plastische und respiratorische Nährstoffe nicht mehr festhalten, und wir beschränken uns daher auch, bezüglich der organischen Nahrungsbestandteile einfach *stickstoffhaltige* und *stickstofffreie* zu unterscheiden. Zu den ersteren gehören die verschiedenen Modifikationen der Eiweißstoffe und die sogenannten Amidverbindungen, zu den letzteren vorzugsweise die Kohlehydrate und Fettsubstanzen.

Unter *Nährstoff* hat man alles zu verstehen, was für die Ausbildung und normale Erhaltung des tierischen Organismus in irgend einer Hinsicht erforderlich ist und hierzu brauchbares Material liefert. Die *Nahrungsmittel* oder Futtermittel sind Gemische der verschiedenen Nährstoffe in sehr wechselnden Mengenverhältnissen, und jedes einzelne entspricht keineswegs immer einer vollkommenen *Nahrung*, wie dieselbe verabreicht werden muß, um den Tierkörper in erwünschter Weise heranzubilden oder unverändert zu erhalten. Wir haben es hier ausschließlich mit der Ernährung der Pflanzenfresser zu thun, nämlich mit der landwirtschaftlichen Tierhaltung, und um den jedesmaligen Zweck der letzteren möglichst rasch und auf die vorteilhafteste Weise zu erreichen und das hierzu am meisten geeignete Nährstoffverhältnis in dem täglichen Gesamtfutter herzustellen, ist es oft notwendig, mehrere Futtermittel gleichzeitig den Tieren darzubieten. Bevor wir aber auf das Nähere der Fütterung eingehen, müssen wir die in der Landwirtschaft gewöhnlich benutzten Futtermittel kennen lernen und zuerst auf die allgemeinen *Bestandteile* derselben einen Blick werfen.

Man unterscheidet, außer dem Wasser, folgende Bestandteile der Futtermittel:

1. Rohprotein (stickstoffhaltige organische Stoffe); 2. Rohfaser (Holzfaser); 3. Rohfett (Ätherextrakt); 4. stickstofffreie Extraktstoffe (Kohlehydrate) und 5. Mineralstoffe (Reinasche).

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit dieser Futterbestandteile und bezüglich ihrer Bestimmungsweise bei den Futteranalysen mag hier folgendes Erwähnung finden.

1. Rohprotein nennt man die Gesamtmenge der stickstoffhaltigen organischen Substanz, wie dieselbe bei der Analyse der Futtermittel aus dem direkt bestimmten Stickstoff durch Multiplikation desselben mit dem Faktor 6,25 gefunden wird. Diese Benennung ist dadurch bedingt, daß man damit sehr verschiedene Stoffe zusammenfaßt und daß auch keineswegs die ganze Menge der vorhandenen Eiweißsubstanz als wirklicher Nährstoff angesehen werden kann, sondern immer ein größerer oder geringerer Teil völlig unverdaut den Tierkörper wieder verläßt und also bei der Beurteilung des Nährwertes eines Futters außer Rechnung bleiben muß. Es kommen hier hauptsächlich die Eiweißstoffe und die Amidkörper inbetracht, während die anorganischen Stickstoffverbindungen, die Ammoniak- und salpetersauren Salze als Bestandteile der Futtermittel meist nur geringe Bedeutung haben.

a) Die vegetabilischen Eiweißstoffe werden ebenso wie die tierischen (vergl. S. 7), mit welchen die entsprechenden Modifikationen große Ähnlichkeit haben, in drei Gruppen eingeteilt, nämlich 1. Pflanzeneiweiß oder Pflanzenalbumin; 2. Pflanzen-Kasein und 3. Kleberproteïnstoffe oder die Gruppe des Pflanzenleims. In neuester Zeit sind die in verschiedenen Samen enthaltenen Proteïnstoffe von Ritthausen, R. Sachse u. a. umfassenden Untersuchungen unterworfen worden, welche dahin geführt haben, bei der zweiten und dritten Gruppe wiederum verschiedene Arten zu unterscheiden. Das Vorkommen der Kleberproteïnstoffe [a) Gliadin oder Pflanzenleim; b) Mucedin und c) Gluten-Fibrin] ist auf die Samen der Cerealien beschränkt, von denen der Weizen sie alle zusammen enthält, während in den übrigen Cerealien nur einer oder zwei davon auftreten. Von der Gruppe des Pflanzen-Kaseïns [a) Legumin, b) Gluten-Kaseïn und c) Konglutin] ist das Legumin in den gewöhnlichen Hülsenfrüchten vorherrschend; die Ölsamen dagegen, soweit sie bis jetzt untersucht sind, enthalten kein Legumin, sondern nur Eiweiß und sog. Gluten-Kaseïn, und das Konglutin findet man in den Lupinen, sowie in den süßen und bitteren Mandeln als hauptsächlichen Eiweißkörper. Das Pflanzeneiweiß ist in allen Sämereien nachzuweisen, besonders aber in den Säften aller grünen Pflanzen oder saftigen Pflanzenteile enthalten,

deren Eiweißstoffe jedoch im einzelnen noch nicht näher untersucht worden sind.

Bezüglich ihrer Zusammensetzung sind die erwähnten Eiweißstoffe nicht unbedeutend von einander verschieden, namentlich in ihrem Gehalt an Kohlenstoff (50,2 bis 54,3 %), Stickstoff (14,7 bis 18,4 %) und Schwefel (0,4 bis 1,6 %). Legumin und Gliadin enthalten im allgemeinen eine größere Menge von Stickstoff, als das Pflanzeneiweiß, und die vegetabilischen Proteïnstoffe sind fast durchweg stickstoffreicher und kohlenstoffärmer als die animalischen. Hiernach giebt auch die Berechnung der Eiweißsubstanz aus der direkt bestimmten Stickstoffmenge mit dem Faktor 6,25, welcher auf einen mittleren Stickstoffgehalt von 16 % sich bezieht, nicht immer richtige Resultate. Man würde, wie es scheint, den thatsächlichen Verhältnissen mehr entsprechende Werte erhalten, wenn man für die Samen der Getreidearten, sowie für die meisten Hülsenfrüchte und Ölsämereien den Faktor 6 benützte. Da der Pflanzenleim aber 18 % Stickstoff enthält, so giebt diese Berechnung für die Eiweißsubstanz des Weizens immer noch zu hohe Zahlen, und für die Berechnung der Proteïnstoffe in den gelben Lupinen und Mandeln würde man sogar den Faktor 5,5 anzuwenden haben. Jedoch ist es schwierig, schon jetzt in dieser Hinsicht einen bestimmten Entschluß zu fassen, da nach den vorliegenden Untersuchungen jede einzelne Eiweißsubstanz, je nach ihrem Vorkommen, oft wiederum Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung zeigt, so daß man eigentlich für jede Samenart oder Pflanze einen anderen Faktor anwenden müßte, was doch gar zu umständlich wäre. Bezüglich der grünen Pflanzenteile und der Wurzelfrüchte ist der bisher noch für das Rohproteïn fast allgemein gebrauchte Faktor 6,25, wie wir sehen werden, oft noch weniger zutreffend.

Inwiefern die einzelnen Arten der vegetabilischen Eiweißstoffe als Bestandteile des Futters einen verschiedenen Nähreffekt ausüben, vielleicht unter sonst gleichen Verhältnissen mehr oder weniger leicht zum Ansatz im Tierkörper gelangen, darüber läßt sich bei dem völligen Mangel an darauf bezüglichen Fütterungsversuchen noch nichts mit Bestimmtheit entscheiden. Allerdings ist anzunehmen, daß bei einer Differenz von 3 bis 4 % im Kohlenstoffgehalt auch die Menge des aus dem betreffenden Eiweiß sich abspaltenden Fettes eine verschiedene, die Nährwirkung daher unter Umständen bei höherem Kohlenstoffgehalt eine entsprechend größere sein wird. Die einzelnen Proteïnstoffe liefern ferner bei der künstlichen Zersetzung verschiedene Mengen der einzelnen Zersetzungprodukte (Leucin, Tyrosin, Glutamin und Asparaginsäure, sowie Ammoniak ꝛc.) und vielleicht äußern sie schon aus diesem Grunde einen ungleichen Nähreffekt. Auch können wohl kaum alle pflanzlichen

Eiweißstoffe als gleich gute Ersatzmittel für tierische Eiweißstoffe betrachtet werden; die letzteren sind wenigstens für den menschlichen Organismus meist leichter verdaulich als die ersteren. Jedoch sind diese durch die Zusammensetzung bedingten Differenzen nicht sehr bedeutend, und einige in Hohenheim und in Kuschen, an letzterem Ort von E. Wildt ausgeführte Fütterungsversuche mit vegetabilischen und mit tierischen Eiweißsubstanzen ließen auch bei Schweinen keinen wesentlich verschiedenen Nähreffekt der beiderlei Stoffe erkennen; jedenfalls muß man bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse zunächst die vegetabilischen Eiweißstoffe, soweit sie wirklich zur Verdauung und Resorption gelangen, sämtlich als gleichwertig ansehen.

b) Zuerst in den Spargelsprossen und in den Keimlingen der Samen von Hülsenfrüchten, dann auch in den Rübenwurzeln und Kartoffelknollen, endlich in allen grünen Pflanzen, besonders zur Zeit der Jugend und in den noch lebhaft wachsenden Teilen derselben, hat man im Verlaufe der letzten Jahre oft große Mengen von allerlei stickstoffhaltigen Substanzen gefunden, welche nicht Eiweißstoffe sind, sondern als Zersetzungsprodukte der letzteren oder auch als Umwandlungsstufen der aufgenommenen Stickstoffnahrung, als in der Entstehung begriffene Eiweißkörper betrachtet werden müssen. Die betreffenden Stoffe sind Säureamide und Amidosäuren, zuweilen auch Peptone, sowie stickstoffhaltige Glykoside und Alkaloide.

Von diesen Stoffen kommen die Peptone als Bestandteile der Futtermittel wenig in Betracht; sie finden sich anscheinend nur in den Keimlingen der Samenkörner, z. B. den Malzkeimen und auch hier in sehr geringer Menge. Die grünen Pflanzen, selbst zarte Schosse und Triebe derselben enthalten nach Untersuchungen von Kellner in Hohenheim kaum Spuren davon. Außerdem sind die Peptone bezüglich ihrer Zusammensetzung und in ihrem Verhalten im tierischen Organismus, wo sie bei der Verdauung im Magen fortwähreud aus den Eiweißstoffen sich bilden, den letzteren so ähnlich, daß beiderlei Stoffe in einer einzigen Gruppe zusammengefaßt werden können. Man ermittelt daher gewöhnlich den Stickstoff im eigentlichen Eiweiß und in den etwa vorhandenen Peptonen zusammen als Ganzes, gegenüber dem Stickstoff, welcher in nicht eiweißartigen Verbinrungen vorkommt.

Auch die Alkaloide finden sich nur ausnahmsweise in Pflanzen, welche als Futtermittel in der Landwirtschaft benutzt werden; selbst in den Samen der Lupine beträgt der Stickstoff in dieser Verbindungsform (als Lupinin) kaum $2-3\,\%$ von dem Gesamtstickstoff, und ähnlich mag das Verhältnis in der grünen Lupinenpflanze sein. In größerer Menge sind stickstoffhaltige Glykoside (Amygdalin, Solanin ꝛc.) in manchen Pflanzen, besonders in den Samenkörnern verschiedener Hülsen-

früchte und Ölfrüchte vorhanden. Jedoch wissen wir über das Vorkommen und die Beschaffenheit dieser Stoffe noch zu wenig, als daß man darauf auch nur qualitativ bei der Beurteilung der Futtermittel Rücksicht nehmen könnte. Vorläufig läßt sich nur zwischen Eiweißstickstoff und Nichteiweißstickstoff unterscheiden, welcher letztere oft auch Amidstickstoff genannt wird, weil derselbe vorherrschend in den Säureamiden und Amidosäuren enthalten ist, in den kryſtallisierbaren organischen Substanzen, welche man zusammen als Amidverbindungen oder Amidkörper bezeichnet. Diese sind großenteils dieselben Stoffe, welche als Zersetzungsprodukte des Eiweißes bei dessen Behandlung mit Säuren und Alkalien sich bilden, wenn auch in gegenseitig anderen Mengenverhältnissen, als wie sie in den betreffenden Pflanzen und Pflanzenteilen vorkommen; in letzteren hat man bisher hauptsächlich Asparagin und Glutamin (in den Zucker- und Runkelrüben außerdem Betaïn), gefunden, ferner geringe Mengen von Leucin, Tyrosin, auch von Farbstoffen (Chlorophyll, Indigo ꝛc.), Senfölen und von anderen, noch nicht näher untersuchten stickstoffhaltigen Körpern ähnlicher Art.

Die Amidverbindungen sind teils reicher, teils ärmer an Stickstoff als die Proteïnkörper. Das Asparagin enthält im kryſtallisierten Zustande 18,66 % (wasserfrei 21,2 %) Stickstoff, das Glutamin 17,07 % (wasserfrei 19,2 %), dagegen das Betaïn 11,96 %, das Leucin 10,68 und das Tyrosin nur 7,73 %; weitere sehr stickstoffreiche Amidstoffe, wie das Vernin (24,8 %) und die Xanthinkörper (36,8—46,4 %) sind nur in geringer Menge zugegen, so daß der Stickstoff darin nach E. Schulze kaum mehr als 0,1—0,2 % der Trockensubstanz eines Futtermittels ausmacht. Die Amidverbindungen von mittlerem Stickstoffgehalt, zunächst Asparagin und Glutamin, sind durchaus vorherrschend und man kann daher in den gewöhnlichen Futterarten für die gesamten nicht proteïnartigen organischen Stickstoffverbindungen wohl einen Durchschnittsgehalt von etwa 18 % annehmen Vorläufig aber lassen sich in den Tabellen über die Zusammensetzung der Futtermittel die prozentigen Mengen der Amide und Amidosäuren noch nicht aufführen, weil dazu die Anzahl der bisher vorliegenden Untersuchungen noch nicht genügt, obgleich solche in neuester Zeit nach verbesserten und vereinfachten Methoden immer häufiger ausgeführt wurden. Man kann die betreffenden Bestimmungen zunächst nur in einer besonderen Tabelle*) zusammenstellen und darin den Gehalt einiger Futtermittel an Stickstoff im Eiweiß und im Nichteiweiß angeben, wo-

*) S. Tabelle III im Anhang. Weiteres über Menge und Verteilung der Amidkörper findet man bei der Charakteristik der einzelnen Futtermittel und in dem Kapitel: „Bemerkungen zu den im Anhang mitgeteilten Tabellen."

nach alsdann die Menge der Eiweißstoffe mit dem Faktor 6,25 zu berechnen ist, während man noch darüber sich einigen muß, in welcher Weise die Amidverbindungen in Rechnung zu stellen und welcher sonstigen Gruppe von Futterbestandteilen oder von Nährstoffen man dieselben beizuzählen hat.

Es ist bekannt, daß die Amidverbindungen im Pflanzenreiche nicht allein als Zerfallprodukte des Eiweißes auftreten, sondern bei Gegenwart von stickstofffreien Körpern, namentlich von Kohlehydraten, fortwährend auch eine Umwandlung in Eiweißsubstanz erleiden, daß sie gerade hauptsächlich als die Vorstufen für die Bildung der letzteren zu betrachten sind. Dagegen sind wir über das Verhalten jener Körper im tierischen Organismus noch nicht hinreichend aufgeklärt; wir wissen nur, daß sie hier vielfach bei der Zerstörung von Eiweiß entstehen, als Zwischenstufen zwischen diesem und dem schließlich aus dem Tierkörper ausgeschiedenen Harnstoff vorkommen, aber wir wissen nicht, ob vielleicht unter geeigneten Umständen auch wiederum rückwärts eine Umwandlung in Eiweißsubstanz stattfinden kann. Man hat jedoch in einigen neueren, namentlich in Proskau von Weiske, Kennepohl und B. Schulze ausgeführten Versuchen mit Hammeln, Kaninchen und Gänsen beobachtet, daß das Asparagin unter Umständen Eiweis ersparend, und den Ansatz desselben befördernd wirken, auch die durch reichliche Beigabe von Kohlehydraten oder überhaupt von stickstoffarmen Futtermitteln veranlaßte Verdauungsdepression des Rauhfutterproteïns, ähnlich wie das Eiweiß, wieder aufheben kann. Ferner äußerte das Asparagin bei der Milchproduktion von Schafen und Ziegen insofern einen günstigen Einfluß, als keine oder doch nur eine unerhebliche Verminderung der Milchmenge eintrat, obgleich die Hälfte des vorher und nachher im Futter verabreichten Eiweißquantums durch Asparagin ersetzt war. Ebenso beobachteten Schrodt und Hansen in Kiel, daß bei Kühen das Futtereiweiß bis zu einer gewissen Grenze durch Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur (in Runkelrüben und Malzkeimen) ersetzt werden kann, ohne daß Qualität und Quantität der Milch dadurch wesentlich geschädigt werden. Bezüglich der Eiweiß ersparenden Wirkung des Asparagins gelangten freilich J. Munk und C. Voit, ersterer in Versuchen mit einem Hunde, letzterer mit Ratten zu Resultaten, welche denen von Weiske an Wiederkäuern beobachteten entgegengesetzt waren. Nach Weiske würde es, wenigstens bei der Fütterung erwachsener Tiere ziemlich gleichgiltig sein, ob in dem Futter derselben aller Stickstoff als Eiweiß oder ein Teil in Form von Asparagin (oder auch in Form eines anderen, diesem ähnlichen Amidokörpers) vorhanden ist. Die günstige Wirkung des Asparagins ist aber wohl schwerlich dadurch zu erklären, daß dasselbe im Tier

gleichwie in der Pflanze in Eiweiß sich umwandelt, sondern sie besteht wahrscheinlich vorzugsweise darin, für einen Teil des Eiweißes zu zerfallen und dadurch den Bedarf daran zu vermindern. Es ist dies eine ähnliche, Eiweiß ersparende Wirkung, wie man sie bei fleischfressenden Tieren für den Leim nachgewiesen hat, und man muß daher, wie den letzteren so auch das Asparagin als einen wirklichen Nährstoff bezeichnen, wenn es auch nicht in jeder Hinsicht das Eiweiß im tierischen Ernährungsprozeß ersetzen und damit als gleichwertig angesehen werden kann.

2. Unter Rohfaser versteht man diejenige Substanz, welche nach Behandlung der Futtermittel mit verdünnter Schwefelsäure, Kalilauge ꝛc. zurückbleibt, und man bringt dieselbe nach Abzug der darin noch vorhandenen meist kleinen Mengen von Asche und Eiweißsubstanz (Stickstoff × 6,25), also im asche- und proteïnfreien Zustande in Rechnung. Aber auch so ist die Rohfaser keineswegs ein einziger Stoff, sondern im wesentlichen ein Gemenge von Zellstoff oder Cellulose mit mehr oder weniger „inkrustierender Substanz“ oder Lignin. Die reine Cellulose hat genau dieselbe prozentige Zusammensetzung wie das Stärkemehl und enthält also 44,4 % Kohlenstoff, während der Kohlenstoffgehalt des Lignins ein weit höherer ist, durchschnittlich etwa 55 % beträgt, im einzelnen jedoch sehr schwankend von 52 bis 59 %. Die aus verschiedenen Futtermitteln nach der bisher gebräuchlichen Methode abgeschiedene Rohfaser hat eine ungleiche Zusammensetzung; der Kohlenstoffgehalt der Rohfaser, welche man z. B. aus Wiesenheu und dem Stroh der Halmfrüchte darstellte, war gleich 46 bis 47 %, dagegen findet man in der Rohfaser aus Kleeheu und dem Stroh der Hülsenfrüchte meistens 48 bis 49 % Kohlenstoff, — die letztere Art der Rohfaser ist reicher an Lignin als die erstere. Für die Beurteilung der Futtermittel und deren Verdaulichkeitsverhältnisse wäre es wichtig, wenn wir eine Methode besäßen, mittelst welcher man wenigstens die Menge der reinen Cellulose hinreichend genau bestimmen könnte, was aber bis jetzt, trotz mannigfacher Versuche und Vorschläge, nicht der Fall ist. Vergl. „Verdaulichkeit der Cellulose.“

3. Noch bedenklicher verhält es sich mit dem Rohfett, welches alles umfaßt, was aus der Trockensubstanz des Futtermittels mit gewöhnlichem Äther sich ausziehen läßt. Zwar kann man den Ätherextrakt der meisten Körner und Körnerabfälle als ziemlich reines Fett ansehen, aber bei allen Rauh- und Grünfutterarten liefert derselbe ein Gemenge der verschiedensten Stoffe, unter welchen neben dem eigentlichen Fett auch allerlei wachs- und harzartige Substanzen und namentlich Blattgrün oder Chlorophyll in wechselnder Menge vorkommen, Stoffe, die im Ernährungsprozeß eine sehr verschiedene Bedeutung

haben, zum Teil sogar ganz unverdaulich sind. Eine in neuerer Zeit vorgeschlagene Methode, um die verdaulichen Bestandteile des Ätherextraktes von den unverdaulichen zu trennen, hat bei direkter Prüfung in Fütterungsversuchen sich nicht als haltbar bewiesen, und es sind daher die in den Futteranalysen aufgeführten Mengen des Rohfettes mit der nötigen Kritik aufzunehmen. Glücklicherweise spielt das Fett bei der Ernährung der Pflanzenfresser keine so wichtige Rolle, wie im Futter der Fleischfresser, und es ist auch in fast allen Grün- und Rauhfutterarten der Gehalt an Rohfett ein ziemlich niedriger, wechselnd etwa zwischen 1 und 3 % der Trockensubstanz.

4. Als stickstofffreie Extraktstoffe bezeichnet man alles, was nach Abzug des direkt bestimmten oder berechneten Rohproteïns, Rohfettes, der Rohfaser und Reinasche von der Trockensubstanz des Futters noch übrig bleibt; die Menge der stickstofffreien Extraktstoffe wird also durch eine einfache Differenzrechnung gefunden. Dieselben sind in allen Körnern und Wurzelarten ziemlich einfacher Natur und bestehen der Hauptsache nach aus Stärkemehl oder Zucker und sog. Pektinstoffen, zuweilen auch aus Pflanzenschleim, welcher eine dem Stärkemehl analoge Zusammensetzung hat und auch wohl eine gleiche Nährwirkung ausübt. Hierzu kommen aber besonders in den Grün- und Rauhfutterarten wechselnde Mengen von gummiartigen Substanzen und namentlich die oben erwähnten inkrustierenden Stoffe (Lignin), welche letztere bei der Behandlung der Futtermittel mit sauren und alkalischen Flüssigkeiten teilweise sich auflösen, aber gleichwohl, wie es scheint, im Verdauungskanal nicht zur Resorption gelangen, also zur Nährwirkung des Futters nicht beitragen. Dagegen werden wir später sehen, daß alles, was von den stickstofffreien organischen Bestandteilen der Grün- und Rauhfutterarten wirklich resorbiert wird, mit Ausnahme des Fettes, ziemlich genau die prozentige Zusammensetzung des Stärkemehls hat, und daß man daher auch im allgemeinen die stickstofffreien Nährstoffe des Futters als Kohlehydrate betrachten kann, welche in ihrer Gesamtheit mit dem verdaulichen Eiweiß das Nährstoffverhältnis in dem betreffenden Futter bedingen und herstellen. Die meist geringen Mengen von organischen Säuren äußern hierauf keinen wesentlich störenden Einfluß.

5. Was endlich die Aschenbestandteile betrifft, so ist nur zu erwähnen, daß die Gesamtmenge derselben in den Analysen der Futtermittel als Reinasche aufgeführt wird, d. h. nachdem man von der „Rohasche" die darin etwa vorhandenen kohligen und sandigen Beimengungen und außerdem die Kohlensäure in Abzug gebracht hat. Die letztere nämlich wird erst bei der Verbrennung der organischen Substanz gebildet und ihre Menge ist oft auch eine sehr verschiedene, je nach der Temperatur, bei welcher die Asche dargestellt worden ist, namentlich

wenn verhältnismäßig viel Phosphorsäure oder Kieselsäure vorhanden ist; man hat daher die Kohlensäure nicht als wesentlichen Bestandteil der Pflanzenasche, zunächst der hier in Betracht kommenden Futtermittel anzusehen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß die Methode der Futteranalyse, sowie unsere Kenntnis von der eigentlichen Natur und den Mengenverhältnissen verschiedener Futterbestandteile allerdings noch vieles zu wünschen übrig läßt. Man darf aber deshalb nicht die Resultate geringschätzen, welche mit den bisher vorhandenen Mitteln schon erreicht sind, und in der That bei rüstigem Fortschreiten auf dem eingeschlagenen Wege der landwirtschaftlichen Fütterungslehre eine vielversprechende Zukunft eröffnen.

Die Verdaulichkeit des Futters.

Um die Verdaulichkeit des Futters zu ermitteln, wird in den betreffenden Versuchen der Darmkot des Tieres vollständig gesammelt und genau nach denselben Methoden, wie das Futter, der chemischen Analyse unterworfen; die gefundene Differenz zwischen Futter und Kot ergiebt im ganzen wie im einzelnen die Menge der verdauten oder der aus dem Verdauungskanal resorbierten, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergegangenen Stoffe. Es ist selbstverständlich, daß man bei der Abwägung und Verabreichung des Futters, sowie bei dem Ansammeln des Kotes und bei der Aufnahme und Vorbereitung der zur chemischen Analyse geeigneten Mittelproben die größte Vorsicht zu beobachten hat. In der That hat man in dieser Hinsicht, zum Teil mit Hilfe von allerlei Apparaten, Stalleinrichtungen und sonstigen Vorkehrungen bei den „Ausnutzungs- oder Verdauungsversuchen" eine große Genauigkeit erreicht, wie aus den Resultaten von gegenseitig sich kontrollierenden Versuchen deutlich hervorgeht, und zwar um so mehr, wenn auch die Art der Versuchstiere hierauf einen günstigen Einfluß ausübt, die genaue Ausführung der Versuche erleichtert. Letzteres ist im allgemeinen bei kleineren Tieren der Fall, namentlich bei Hammeln, welche ein festes Anschnallen von „Kotbeuteln" gestatten und so also den Kot bis auf ganz geringe Spuren in beliebig langen Zeiträumen leicht auffangen lassen.

Bei wiederkäuenden Tieren ist der Verlauf des Verdauungsprozesses ein verhältnismäßig langsamer; man weiß aus mehrfachen und auf verschiedene Weise mit gleichem Resultat angestellten Beobachtungen, daß nach einer plötzlichen Futterveränderung die letzten unverdauten Reste des früheren Futters erst in etwa 5 Tagen vollständig mit dem Kot ausgeschieden sind. Hiernach muß man also eine ent-

sprechende Periode der Vorfütterung einhalten, welche der Sicherheit wegen wenigstens auf 7 Tage auszudehnen ist, bevor man den aufgesammelten Kot als dem verabreichten und in seiner Verdaulichkeit zu prüfenden Futter völlig entsprechend ansehen und daraus eine brauchbare Mittelprobe zur chemischen Analyse entnehmen kann. Es ist diese Vorfütterung um so wichtiger, als das Futter im Körper der Wiederkäuer einer weit innigeren Mischung unterliegt, als im Körper des Hundes und auch des Menschen, bei welchen Versuchsobjekten man den von der früheren Nahrung herrührenden Kot oft schon durch das Aussehen desselben oder auf andere Weise zu unterscheiden und scharf abzutrennen im stande ist. Die Pferde und die Schweine sind freilich rascher verdauende Tiere, als die Wiederkäuer, aber auch bei diesen wird in den betreffenden Versuchen immer eine ähnlich lange Vorfütterung eingehalten; bei den Pferden bedürfen die Nahrungsmittel zur Durchwanderung des Verdauungskanales und zur völligen Ausscheidung der letzten unverdauten Reste nach Ellenberger und Hofmeister gewöhnlich 4 Tage.

Die Differenz zwischen Futter und Kot entspricht mindestens der Menge der verdauten und resorbierten Substanz. Das Gewicht der Trockensubstanz des Kotes wird nämlich durch die Beimischung gewisser Stoffwechselprodukte, welche zum Teil von der in den Darmkanal sich ergießenden Galle herrühren, etwas vergrößert. Über die im Kot vorhandenen Stoffe dieser Art und über die Menge des Stickstoffes darin erhält man auf die Weise einige Aufklärung, daß man in dem Äther- und Alkoholextrakt des Kotes den Stickstoff und außerdem in dem wässerigen Auszug den in organischer Verbindung vorhandenen Schwefel quantitativ ermittelt. Die Bestandteile der Galle sind nämlich großenteils in Äther oder in Alkohol auflöslich und von den darin nicht löslichen Gallenstoffen kommt nur das „Taurin" in Betracht, welches sich in Wasser löst und durch einen sehr großen Gehalt an Schwefel (25,6 %) ausgezeichnet ist, während die Menge des Stickstoffes 11,2 % beträgt. Auf solche Weise läßt sich also die Stickstoffmenge auffinden, welche möglicherweise und höchstens von den dem Kot beigemischten Gallenbestandteilen herrühren kann. Bei einigen in Weende von E. Schulze und Märcker ausgeführten Untersuchungen ergab sich, daß dieser Stickstoff, bei Fütterung von Hammeln ausschließlich mit Wiesenheu, etwa 4 % des im Kot enthaltenen Gesamtstickstoffes und noch nicht 2 % des mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffes ausmachte, also auf die aus den Versuchen direkt bezüglich der Eiweißsubstanz sich ergebenden Verdaulichkeitsverhältnisse nicht sehr störend einwirken konnte. Im Kot der Schweine, welche meist sehr leicht verdauliche Futtermittel verzehren und daher

überhaupt nur wenig an Trockensubstanz durch den Darm ausscheiden, ist die Menge der Gallenbestandteile prozentig oft eine größere, und der denselben entsprechende Stickstoff beträgt, nach Beobachtungen in Hohenheim und in Kuschen, manchmal $^1/_5$ oder $^1/_4$ des Gesamtstickstoffes im Kot, aber bei normaler Fütterungsweise auch nur 3 bis höchstens 6 % von dem Gewicht des Futterstickstoffes.

Es können die erwähnten Stoffwechselprodukte bezüglich der Feststellung der Verdaulichkeit des Futtereiweißes nur dann wesentlich störend einwirken, wenn das Gesamtfutter ein ungewöhnlich stickstoffarmes war, z. B. vorherrschend vielleicht aus Stroh, Kartoffeln ꝛc. bestand. Man hat aber hierbei nicht allein die Menge der dem Kot beigemischten Gallenbestandteile zu beachten, sondern außerdem auch, daß die Kotballen der Tiere mit Schleimstoffen (Mucin ꝛc.) imprägniert sind, die ebenfalls zu den Stoffwechselprodukten gehören und in welchen der Stickstoff nach Beobachtungen an Hammeln von O. Kellner auf 100 Teile Kottrockensubstanz etwa 0,36 Teile beträgt, also insbesondere bei stickstoffarmer Fütterung auf die Gestaltung der aus der Differenz von Futter und Kot berechneten „Verdauungskoëffizienten" für Eiweiß schon einen beträchtlichen Einfluß ausüben muß. Indes sind gleichwohl die ohne Berücksichtigung der mit dem Kot ausgeschiedenen Endprodukte des Stoffwechsels ermittelten Verdauungszahlen für die Berechnung des Nährstoffbedarfs der Tiere (Fütterungsnormen) brauchbar, da jene Stoffe doch auch dem Körper der letzteren entzogen sind und als Ersatz dafür entsprechendes Material in der täglichen Nahrung zugeführt werden muß. Vgl. „Verdauung von Rohprotein."

Noch weniger genau als für das Eiweiß sind die aus den bisherigen Fütterungsversuchen sich ergebenden Verdauungs-Koëffizienten für die im Futter enthaltene Fettsubstanz. Bei dem meist nur geringen Gehalt des Futters der landwirtschaftlichen Nutztiere an Fett müssen die dem Kot beigemischten, in Äther auflöslichen Gallenbestandteile oft sehr störend auf die genaue Feststellung der Verdaulichkeitsverhältnisse des Futterfettes einwirken, und wiederum um so mehr, je ärmer das verabreichte Gesamtfutter an Rohfett ist. Bei einigen in Hohenheim mit Schweinen ausgeführten Versuchen, in welchen die Tiere ausschließlich mit Kartoffeln gefüttert wurden, war daher auch die absolute Menge des Fettes (Ätherextrakt) im Kot anscheinend eine beträchtlich größere als im aufgenommenen Futter, pro Kopf und Tag 9,2 und 11,0 g im Kot gegenüber von nur 4,1 und 4,7 g im Futter. Gleichwohl liefern die Verdauungsversuche für das Fett, wenn auch keineswegs absolut richtige, so doch einigermaßen vergleichbare Resultate und sind daher für die Beurteilung der verschiedenen Futtermittel von In-

tereſſe, wobei man freilich immer zu beachten hat, daß die gefundenen Zahlen zu niedrig ſind und der Wirklichkeit um ſo weniger entſprechen, je ärmer das betreffende Futtermittel an Rohfett iſt.

Wenn man ferner die bei der Analyſe des Futters gefundene Rohfaſer nach ihrem Kohlenſtoffgehalt auf Celluloſe und Lignin (ſ. o.) berechnet und bezüglich der Rohfaſer des Kotes ebenſo verfährt, ſo ergeben ſich für die Verdaulichkeit der Celluloſe allein bedeutend höhere Prozentzahlen, als man jetzt für die Rohfaſer der einzelnen Futtermittel aufgeführt findet. Die Kotrohfaſer iſt nämlich immer reicher an Kohlenſtoff und daher auch entſprechend reicher an Lignin, ärmer an Celluloſe als die dazu gehörige Futterrohfaſer. Es würde aber eine derartige Berechnung keinen ändernden Einfluß ausüben auf die abſolute Menge des verdaulichen Anteiles der Futterrohfaſer und daher für den praktiſchen Gebrauch der nach bisher üblicher Methode feſtgeſtellten Verdauungs-Koëffizienten gleichgiltig ſein. Jedenfalls ergiebt ſich aus den vorſtehenden Erörterungen, daß die Tiere nicht zu kurz kommen, wenn man die unter Annahme „Futter minus Kot gleich verdaulicher Subſtanz“ ermittelten Koëffizienten den Berechnungen der Nährſtoffmengen zugrunde legt, welche man für die verſchiedenen Fütterungszwecke zu verabreichen hat.

Wir betrachten zunächſt die allgemeinen Verdauungsverhältniſſe des Grün- und Rauhfutters, wie ſie bei ausſchließlicher Verfütterung desſelben ſich geſtalten. Es wird genügen, hier nur die wichtigeren Reſultate der in dieſer Richtung bisher ausgeführten Fütterungsverſuche anzudeuten, wie ſie im weſentlichen ſchon in den grundlegenden Verſuchen von Henneberg und Stohmann auf der Verſuchsſtation in Weende erzielt worden ſind.

1. Von der Rohfaſer wird immer eine gewiſſe, je nach der Beſchaffenheit des Futters und nach ſonſtigen Umſtänden ſehr verſchiedene Menge verdaut (von etwa 30 % an bis zuweilen über 70 % der Geſamtmenge), erſcheint wenigſtens nicht wiederum im Kot der Tiere. Bei den Wiederkäuern iſt das Verdauungsvermögen für die Rohfaſer ein beſonders großes, ein größeres namentlich als bei den Pferden (ſ. unten); die Schweine ſcheinen, ähnlich wie der Fleiſchfreſſer und der Menſch, nur die ganz zarte Rohfaſer einigermaßen zu verdauen, wie ſie in den Wurzelfrüchten und dem jungen, ſaftigen Grünfutter enthalten iſt. Der verdaute oder im Verdauungskanal gelöſte Anteil der Rohfaſer iſt reine Celluloſe, welche genau dieſelbe Zuſammenſetzung hat, wie das Stärkemehl (44,4 % Kohlenſtoff). Man hat dieſes auf die Weiſe ermitteln können, daß man die nach gleicher Methode beſtimmte Futter- und Kotrohfaſer der Elementaranalyſe unterwarf und ſodann unter Beachtung der beiderſeitigen abſoluten Mengen

den aus der Differenz gefundenen verdauten Anteil der Futterrohfaser wiederum auf die prozentige Zusammensetzung berechnete. Es ist jedoch nach neueren Beobachtungen von Tappeiner sehr zweifelhaft, ob man der verdauten Cellulose einen ihrer Zusammensetzung entsprechenden Nährwert beilegen darf; es wird nämlich im Pansen und im Dickdarm der Wiederkäuer (bei dem Pferd im Blind- und Grimmdarm) durch den Einfluß von Bakterien und sonstigen Mikroorganismen Cellulose gelöst, durch Gärung zersetzt und dabei der größere Teil in flüchtige Fettsäuren (hauptsächlich Essigsäure, außerdem Buttersäure, Propionsäure 2c.) verwandelt, während der kleinere Teil gasförmig (in Form von Kohlensäure und Sumpfgas) entweicht. Von 100 Teilen der durch Gärung zersetzten Cellulose erscheinen etwa 60 Teile als flüchtige Fettsäuren wieder, deren Nährwert allerdings nicht unbedeutend ist und demjenigen der Kohlehydrate wenig nachsteht; etwas davon wird aber auch in den Exkrementen ausgeschieden, so daß wohl nur die Hälfte der zersetzten oder verdauten Cellulose, vielleicht noch weniger an den Ernährungsprozessen im Tierkörper wirklich sich beteiligt. Bei Gegenwart von viel Eiweiß ist die Celluloségärung verstärkt, wie Versuche an Ziegen und Hammeln mit stickstoffreicher, namentlich mit Lupinen-Fütterung bestätigen. Nach Versuchen von Weiske in Breslau mit Hammeln hat die im Darmkanal gelöste Cellulose nicht wie die leichtverdaulichen Kohlehydrate (Stärke, Zucker 2c.) bei der Ernährung des tierischen Organismus eine eiweißersparende Wirkung. Ferner hat in Versuchen, welche in Hohenheim mit Pferden ausgeführt worden sind, sich ergeben, daß die, nach der Differenz von Futter und Kot, verdaute Rohfaser (Cellulose) auch für die Kraftproduktion oder Arbeitsleistung dieses Tieres anscheinend ganz wertlos ist; wenigstens gelangt man in den betreffenden Versuchen nur dann zu übereinstimmenden Resultaten, wenn man von der Gesamtmenge der verdauten organischen Substanz die Rohfaser in Abzug bringt, den Rest aber alsdann im Rauh- und Kraftfutter als gleichwertig annimmt (s. Fütterung des Pferdes). Es bleibt bezüglich der Verdauung und Resorption der Cellulose noch vieles zu erforschen übrig. Ellenberger und Hofmeister, welche sich sehr eingehend mit den Verdauungsprozessen der Haussäugetiere beschäftigt haben, sprechen sich darüber folgendermaßen aus: „Es ist wohl möglich, daß die Cellulose, wenn sie überflüssig ist, zu Sumpfgas vergärt, während sie, wenn sie nötig ist, im gelösten Zustande resorbiert wird. Die Cellulose geht wahrscheinlich zunächst in eine zuckerähnliche lösliche Modifikation über, welche teilweise resorbiert wird und teilweise der Sumpfgasgärung verfällt. Die Resorptionskraft entscheidet darüber, ob viel oder wenig Cellulose zu Sumpfgas wird, wie sie auch darüber entscheidet, ob viel oder wenig Eiweiß verfault

(s. u.). Alles Organische im Darminhalt verfällt der Gärung und Fäulnis, wenn es nicht rasch genug resorbiert wird."

2. Während von der Rohfaser, zunächst im Körper der wiederkäuenden Tiere, immer ein Teil zur Verdauung gelangt, bleibt dagegen von den sogenannten stickstofffreien Extraktstoffen ein Teil unverdaut oder wird aus dem Verdauungskanal nicht resorbiert, sondern mit dem Darmkot ausgeschieden. Es ist nun bemerkenswert, daß zwischen dem anscheinend verdauten Anteil der Rohfaser und dem unverdauten Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe eine Kompensation stattfindet, daß nämlich die betreffenden Mengen der beiderlei Stoffe ziemlich gleich sind und also die im Futter durch die chemische Analyse direkt ermittelte Gesamtmenge der stickstofffreien Extraktstoffe einen Maßstab abgiebt für die Verdaulichkeit überhaupt der stickstofffreien Bestandteile des Futters (Rohfaser und Extraktstoffe zusammengenommen). Die erwähnte Kompensation ist aber nur im allgemeinen und durchschnittlich vorhanden; im einzelnen kommen nicht selten beträchtliche Abweichungen vor, so daß die Menge der wirklich verdauten Substanz zuweilen 120 % von den analytisch ermittelten Extraktstoffen des Futters und mehr beträgt, zuweilen aber auch bis auf 80 % oder noch tiefer herabsinkt. Dieses wechselnde Verhalten steht bei einer und derselben Grün- oder Rauhfutterart im Zusammenhang mit der prozentigen Verdauung der vorhandenen Rohfaser oder ist bedingt durch die Vegetationsperiode, in welcher das betreffende Futter geschnitten und geerntet wurde. Je jünger und zarter das Futter ist, desto geringer ist gewöhnlich der prozentige Gehalt der Trockensubstanz an Rohfaser, desto leichter verdaulich ist die letztere und desto größer ist die Gesamtmenge der von den Tieren verdauten stickstofffreien Futterbestandteile gegenüber der bei der Analyse des Futtermittels gefundenen Menge der Extraktstoffe. Dies ergab sich z. B. bei einigen in Hohenheim mit Hammeln ausgeführten Versuchen, in welchen die Tiere Grünklee aus 4 verschiedenen Vegetationsperioden verzehrten (Nr. 3 war Grünklee in voller Blüte). Bezeichnet man das prozentige Verhältnis der verdauten stickstofffreien Futterbestandteile zu den bei direkter Analyse des Futters gefundenen stickstofffreien Extraktstoffen mit (a) und die prozentige Verdauung der Futterrohfaser allein mit (b), so erhält man folgende Zahlenreihen:

	1.	2.	3.	4.
(a)	111,9	105,5	101,8	88,5
(b)	60,0	53,0	49,6	38,8

Zugleich ersieht man aus diesen, wie aus anderen damit übereinstimmenden Versuchsergebnissen, daß die anscheinende Verdaulichkeit der Rohfaser verhältnismäßig rascher sich vermindert, als die der

stickstofffreien Futterbestandteile überhaupt, wie besonders deutlich wird, wenn man in beiden Reihen die erste Zahl = 100 setzt und darauf die betreffenden anderen Zahlen berechnet, nämlich:

(a)	100	94	91	79
(b)	100	88	82	65

Es findet daher die Kompensation zwischen der verdauten Rohfaser und den unverdaut bleibenden stickstofffreien Extraktstoffen allerdings bei mittlerer Beschaffenheit des Futtermittels statt, aber sie wird beeinflußt durch die größere oder geringere Verdaulichkeit der darin enthaltenen Rohfaser.

3. Ebenso wie der verdaute Anteil der Rohfaser, die reine Cellulose, dem Stärkemehl ganz gleich zusammengesetzt ist, so hat auch der wirklich verdaute und resorbierte Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe eine dem Stärkemehl nahezu gleiche Zusammensetzung. Es ist hiernach anzunehmen, daß alle der Verdauung unterliegenden stickstofffreien Bestandteile des Futters, mit Ausnahme der Fettsubstanz, ebenso wie das Stärkemehl selbst, im Verdauungskanal in Zucker oder zuckerähnliche Stoffe sich umwandeln und im wesentlichen als solche in den Kreislauf der tierischen Säfte übergehen, — abgesehen von den organischen Säuren, welche in dem aufgenommenen Futter schon fertig gebildet enthalten sind oder unter dem Einfluß der Verdauungssäfte aus Stärkemehl und Zucker, beziehungsweise aus Cellulose (s. o.) entstehen. Man kann im großen und ganzen alles, was außer dem Fett an stickstofffreiem Nährstoff im Futter der Pflanzenfresser enthalten ist, als Kohlehydrat betrachten, welches ähnliche Wirkungen im Ernährungsprozeß des Tierkörpers ausüben muß, wie solche zunächst durch Versuche am Fleischfresser mit Stärkemehl und Zucker ermittelt und im ersten Teil dieser Ausarbeitung erörtert worden sind. Die stickstofffreien Nährstoffe sind also für den Pflanzenfresser im wesentlichen gleichbedeutend mit Kohlehydraten und Fett.

4. Dasjenige, was von den stickstofffreien Extraktstoffen unverdaut bleibt, ist ein Gemenge von verschiedenen kohlenstoffreichen Substanzen und hat als Ganzes eine ähnliche prozentige Zusammensetzung wie das sogenannte Lignin (mit 55 bis 56 % Kohlenstoff gegenüber von 44,4 % in dem Stärkemehl und in der Cellulose). Es ist also für das Verhalten im Verdauungsprozeß gleichgiltig, ob das Lignin in den bei der chemischen Analyse des Futtermittels in Anwendung kommenden sauren und alkalischen Flüssigkeiten sich auflöst oder mit der Cellulose gemischt in der Rohfaser als „inkrustierende Substanz" zurückbleibt.

5. Aus den in Weende mit Ochsen und mit Schafen ausgeführten Versuchen ergab sich ferner, daß die Gesamtmenge der in kochendem

Wasser löslichen Bestandteile des Rauhfutters, der wässerige Extrakt, ein relatives Maß bildet für den verdaulichen Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe. Im einzelnen waren jedoch beträchtliche Differenzen vorhanden, die nach beiden Seiten hin gegenüber der Mittelzahl wenigstens 14 % betrugen. Auch hat dieser Maßstab für die Beurteilung des Rauhfutters keine allgemeine Anwendung gefunden, wohl aus dem Grunde, weil quantitativ kein notwendiger Zusammenhang existieren kann zwischen dem zur Verdauung gelangenden Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe und den in Wasser löslichen Bestandteilen des Futters, da unter den letzteren neben stickstofffreien Stoffen immer auch größere oder geringere Mengen von Eiweiß und Mineralstoffen zugegen sind. Es ist also jener Maßstab höchstens als ein rein empirischer anzusehen, welcher allerdings für praktische Zwecke einigermaßen genügt, da im allgemeinen die Güte und Verdaulichkeit eines Rauh- oder Grünfutters um so größer ist, je mehr feste Substanz durch wiederholtes Kochen mit Wasser daraus sich ausziehen läßt.

6. Daß das Rohfett oder der Ätherextrakt des Rauhfutters ein Gemenge ist von sehr verschiedenen, mehr oder weniger verdaulichen Substanzen, wurde schon oben (S. 74) hervorgehoben. Das Chlorophyll, also der in Äther lösliche grüne Farbstoff der Pflanze, scheint so gut wie ganz unverdaulich zu sein, und die wachsartigen Stoffe werden sich wohl ähnlich verhalten. Es ist daher natürlich, daß die Verdaulichkeit der Gesamtmenge des Rohfettes eine sehr verschiedene sein wird, je nach der Art des Futters und je nach der Beschaffenheit eines und desselben Futtermittels. Immer aber ist diese Verdaulichkeit bei jüngeren und zarteren Pflanzen eine größere als bei älteren, und ebenfalls ist zu beachten, daß von dem Rohfett des Kleeheues und des Strohes der Hülsenfrüchte im allgemeinen mehr (gewöhnlich 50 bis 60 % der Gesamtmenge) verdaut wird, als von dem im Wiesenheu und im Stroh der Halmfrüchte enthaltenen Rohfett, von welchem anscheinend nur 30 bis 50 % zur Verdauung gelangen.

7. Das Rohprotein ist hinsichtlich seiner Verdaulichkeit in den verschiedenen Rauhfutterarten und in den verschiedenen Zuständen eines und desselben Futtermittels fast noch größeren Schwankungen unterworfen, als irgend ein anderer Futterbestandteil; von der Gesamtmenge des Rohproteïns im Klee- und Wiesenheu z. B. werden, je nach den Umständen von 35 bis zu 80 % verdaut. Gewöhnlich gelangt das Rohprotein um so leichter und vollständiger zur Verdauung, je größer der prozentige Gehalt des betreffenden Futtermittels an diesem Bestandteil ist, je enger also das Verhältnis zwischen demselben und der gesamten stickstofffreien Substanz sich gestaltet; indes äußert darauf auch die Menge und Beschaffenheit der vorhandenen Rohfaser einen Einfluß.

Man hat schon mehrfach Formeln konstruiert, mit welchen man aus der analytisch ermittelten Zusammensetzung eines Futtermittels die Verdaulichkeit des darin enthaltenen Rohproteïns berechnen wollte; jedoch können derartige Formeln höchstens erst dann in Anwendung kommen, wenn man vorher durch direkte und hinreichend zahlreiche Versuche die mittleren Verdauungs-Koëffizienten festgestellt hat und es sich also nur darum handelt, die wahrscheinliche Abweichung von diesem Mittel aufzufinden. Bei der vorherrschend großen Bedeutung aber der Eiweißstoffe für die Ernährung des tierischen Organismus muß man gerade vorzugsweise bestrebt sein, durch direkte und exakte Fütterungsversuche über alle Verdaulichkeitsverhältnisse dieser Substanz zu klaren Anschauungen zu gelangen. Es ist in dieser Hinsicht schon manches Wichtige und in der Praxis wohl zu Beachtende erforscht worden; wir wissen jetzt, daß im Wiesenheu mittlerer Güte das Rohproteïn ziemlich gleich verdaulich ist, wie im Kleeheu mittlerer Güte, daß dagegen im Stroh der Sommerhalmfrüchte und mehr noch im Stroh der Winterhalmfrüchte das darin enthaltene Rohproteïn weniger vollständig zur Verdauung gelangt, während dieser Bestandteil im Stroh der Hülsenfrüchte durchschnittlich wiederum leichter verdaulich ist, als im Stroh der Halmfrüchte. Wir haben ferner schon Anhaltpunkte für die Beurteilung der Verdaulichkeit des Rohproteïns in den verschiedenen Zuständen der Rauhfutterarten und bezüglich der einzelnen Tiergattungen, sowie auch Andeutungen sich geben lassen über das Verhalten des Rauhfutterproteïns unter dem Einfluß größerer oder geringerer Mengen von allerlei Beifutter. Ich werde hierauf bezügliche Versuchsresultate weiter unten mitteilen. Übrigens hat man in neuester Zeit die Vermutung ausgesprochen, daß ähnlich wie bei der Celluloſegärung (s. S. 80), auch durch Eiweißfäulnis im Darmkanal ein Nährstoffverlust stattfindet, und Tappeiner hat diesen Verlust aus der Menge des im Harn des Pferdes und der Wiederkäuer gefundenen Phenol's (beziehungsweise Indol und Skatol) auf wenigstens 10 % des im Kote nicht wieder erscheinenden, also verdauten oder „ausgenützten" Futtereiweißes berechnet, wobei jedoch noch unsicher bleibt, ob das betreffende Phenol allein aus Eiweiß sich abgespaltet, oder ob an dessen Bildung noch andere Stoffe bei der Gärung des kompliziert zusammengesetzten pflanzlichen Futters beteiligt sind. Die Gegenwart oder Beigabe größerer Mengen von leicht verdaulichen Kohlehydraten soll nach Hirschler's Untersuchungen die Eiweißfäulnis im Darm wesentlich vermindern.

Von Interesse ist es, daß man auch mittelst künstlicher Verdauung (nach Stutzer's Methode), durch geeignete Behandlung der Nahrungs- und Futtermittel mit saurem Magensaft oder Pepsinlösung

(Extrakt von friſchem Schweinemagen mit ſehr verdünnter Salzſäure) über die Verdaulichkeit des Proteïns, über deſſen verdaulichen (Eiweiß) und unverdaulichen Teil (ſog. Nucleïn) ſich Auskunft verſchaffen kann. Nachdem die Methode dahin verändert worden iſt, daß man die Futtermittel zuerſt mit ſaurer Pepſinlöſung und ſodann mit alkaliſchem Pankreasauszug behandelt, den betreffenden Kot der Tiere aber, und zwar im friſchen, nicht vorher getrockneten Zuſtande, nur mit Pepſinlöſung extrahiert, hat Pfeiffer in Göttingen bei künſtlicher und natürlicher Verdauung, in einigen Verſuchen mit Hammeln ſehr nahe übereinſtimmende Reſultate erhalten. Als Futter verabreichte man in 5 Einzelverſuchen: 1. Wieſenheu allein, 2. Wieſenheu und Erdnußkuchen, 3. Wieſenheu, Erdnußkuchen und getrocknete Rübenſchnitzel, 4. Luzerneheu allein; 5. Luzerneheu, Erdnußkuchen und Schnitzel. Es ergab ſich, daß von dem Stickſtoff oder Rohproteïn des Futters in Prozenten der Geſamtmenge unverdaut oder ungelöſt blieben:

	1.	2.	3.	4.	5.
künſtlich . .	20,57	14,41	13,22	10,83	10,69
im Tier . .	21,46	15,40	13,65	11,32	9,93

Ohne Berückſichtigung der Stoffwechſelprodukte im Kot, alſo wie gewöhnlich aus der Differenz von Futter und Kot berechnet, waren anſcheinend

unverdaut . .	35,69	24,65	25,05	23,71	20,41

Man erhält alſo ohne und mit Berückſichtigung der als Stoffwechſelprodukte geltenden Stickſtoffverbindungen im Kot ſehr verſchiedene, oft um das Doppelte verſchiedene Zahlen für den unverdauten Anteil des Futterſtickſtoffes. Wenn man die Reſultate der künſtlichen Verdauung bei Futterberechnungen benutzen wollte, ſo iſt es klar, daß man für die mit dem Kot ausgeſchiedenen Stoffwechſelprodukte (ſ. S. 77), welche vom Körper des Tieres ſtammen und demſelben von einem Tage zum anderen wiederum erſetzt werden müſſen, ein Äquivalent an Futterſtickſtoff in Rechnung zu nehmen hätte. Zu dieſem Zweck iſt zuerſt von Kellner, auf Grund der Unterſuchung von Futtermitteln, welche in Hohenheim vorher in Verſuchen am Tier auf ihre Verdaulichkeit geprüft waren, vorgeſchlagen worden, für die Stoffwechſelprodukte im Kot einfach auf je 100 g der verdauten Trockenſubſtanz des Futters 0,4 g Stickſtoff zu rechnen. Manche ſind geneigt, dieſe Zahl ohne weiteres zu verallgemeinern und als überall giltig hinzuſtellen, obgleich ſchon bei den Verſuchen in Hohenheim ſehr beträchtliche Schwankungen ſich zeigten und dasſelbe war auch bei den Verſuchen von Pfeiffer in Göttingen der Fall; man fand nämlich auf 100 g verdaute Trockenſubſtanz an Stickſtoff in Form von Stoffwechſelprodukten:

	1.	2.	3.	4.	5.	Mittel.
g	0,505	0,455	0,445	0,720	0,450	0,515

Besonders auffallend ist die große Differenz von Nr. 1 und 4, also bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu und mit Luzerneheu. In einigen, ebenfalls von Pfeiffer in Göttingen ausgeführten Versuchen mit Schweinen ergab sich eine größere Übereinstimmung mit der Zahl 0,4 g, indem die Schwankungen in 9 Einzelversuchen nur 0,38 bis 0,48 g betrugen. Ganz anders aber waren die Resultate, welche Meißl und Strohmer in Versuchen mit Schweinen in Wien erzielten; hierbei wurde ausschließlich gekochter Reis gefüttert und davon pro Tag und Kopf in einem Versuch ein Quantum von 1704,8 und in einem zweiten Versuch 1699,7 g Trockensubstanz verdaut, dagegen in dem produzierten Kot im ganzen nur resp. 2,13 und 3,72 g Stickstoff ausgeschieden, wovon noch ein Teil allerlei unverdauten oder nicht resorbierten Resten der Nahrung angehörte, während nach obiger Rechnung allein der mit den Stoffwechselprodukten im Kot ausgeschiedene Stickstoff 6,82 und 6,80 g hätte betragen müssen. In einem weiteren Versuch, bei Fütterung mit Fleischmehl, Reis und Molken wurden 1451,3 g Trockensubstanz pro Tag verdaut und im Kot als Gesamtstickstoff nur 1,66 g vorgefunden. Auch bei ganz stickstofffreier Nahrung (Stärkemehl, Zucker und Fett) ist die Menge des Stickstoffes im Kot oft überaus gering; so fand H. Rieder in Versuchen mit einem Hund bei Fütterung mit 130,4 g Trockensubstanz pro Tag im Kot nur 0,22 g Stickstoff und in Versuchen mit einem Menschen (Nahrung pro Tag 485 g Trockensubstanz) 0,54 g. Überhaupt wird das Quantum der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im Kot, da es sich dabei, wenigstens für die pflanzenfressenden Tiere, vorzugsweise um das Mucin (Darmschleim) handelt, wohl eher mit der Menge und Beschaffenheit des Kotes, als mit der Menge der aus dem Futter verdauten Trockensubstanz in einem bestimmten Verhältnis stehen.

Bei den angegebenen Differenzen und weil die Pfeiffer'schen Versuche, in welchen die Ergebnisse künstlicher und natürlicher Verdauung anscheinend übereinstimmen, noch ganz vereinzelt dastehen, es auch sehr zweifelhaft ist, ob alles, was vom Kot im sauren Magenextrakt sich auflöst, wirklich als Stoffwechselprodukt betrachtet werden kann, darf man nicht voreilig an die Stelle der direkt am Tier ermittelten Verdauungskoëffizienten die Resultate der künstlichen Verdauung setzen und damit rechnen wollen. Der direkte Versuch am Tier ist immer noch unentbehrlich, abgesehen davon, daß es sich dabei nicht allein um die Verdauung der Stickstoffverbindungen im Futter handelt, sondern auch um die Verdauung der stickstofffreien Bestandteile. In neuester Zeit sind nun auch bezüglich der letzteren von A. Stutzer, unter Mitwirkung

von A. Isbert mit künstlicher Verdauung Versuche ausgeführt worden, aus welchen hervorgeht, daß man in der That die Kohlehydrate (stickstofffreie Stoffe exkl. Fett) der Nahrungs- und Futtermittel durch Einwirkung von Fermenten außerhalb des lebenden Organismus in einen löslichen und unlöslichen (resp. verdaulichen und unverdaulichen) Teil zerlegen und dabei eine quantitativ genaue Trennung bewirken kann. Dies geschieht durch successive, nach bestimmten Vorschriften stattfindende Einwirkung von Ptyalin (Speichelferment), Pepsin und Pankreasextrakt; anstatt des Ptyalins läßt sich mit völlig gleichem Erfolge auch Malzdiastase (Extrakt von Grünmalz) anwenden. Die Resultate der künstlichen Verdauung können mit denjenigen der natürlichen Verdauung im lebenden Organismus *nicht* übereinstimmen, weil im ersteren Falle nur die sog. ungeformten Fermente das *Maximum* ihrer Wirkung äußern, während bei der „natürlichen" Verdauung außerdem die im Darm enthaltenen Bakterien oder sonstigen Mikroorganismen eine Lösung solcher Kohlehydrate bewirken, welche durch Einwirkung ungeformter Fermente ungelöst bleiben. Wenn aber die im lebenden Tierkörper verdaute oder gelöste Rohfaser (Cellulose ꝛc.), wie es scheint (vgl. S. 80) als Nährstoff einen nur geringen Wert hat, so kann es sich wohl darum handeln, ob man nicht in Zukunft, nach dem Vorschlag von Stutzer, bei der Untersuchung der Nahrungs- und Futtermittel die sog. Rohfaser ganz unberücksichtigt lassen kann, indem man nur die künstliche Verdauung der Kohlehydrate vornimmt und diese damit quantitativ in ihren löslichen und unlöslichen Teil scheidet. Jedoch müssen die Resultate einer solchen künstlichen Verdauung der Kohlehydrate, ebenso wie der Eiweißstoffe, zunächst noch durch zahlreiche und mannigfach modifizierte Versuche am lebenden Tier auf ihre Brauchbarkeit in der Praxis geprüft werden. Auch ist das Verdauungsvermögen der verschiedenen Gattungen der landwirtschaftlichen Tiere, namentlich von Pferd und Wiederkäuer für ein und dieselbe Rauh- und Grünfutterart oft ein ungleiches. Vorläufig kann die betreffende Methode nur ganz im allgemeinen einen Anhalt gewähren für die Beurteilung des größeren oder geringeren Nährwertes eines Futtermittels, während man für die rationelle Fütterung der landwirtschaftlichen Tiere und für alle darauf bezüglichen speziellen Fragen immer noch in erster Linie die Resultate direkter Fütterungsversuche als maßgebend ansehen muß.

8. Bei ausschließlicher Verabreichung von Rauhfutter sind in dem Harn der wiederkäuenden Tiere höchstens nur geringe Spuren von *Phosphorsäure* enthalten. Es wird alsdann anscheinend von der im Futter aufgenommenen Phosphorsäure nur so viel aus dem Verdauungskanal resorbiert, als zum etwaigen Ansatz an den Geweben, beziehungsweise zur Milchbildung erforderlich ist; alles übrige geht in

den Darmkanal über. In Wirklichkeit aber wird die Phosphorsäure nebst anderen Mineralstoffen des Futters in gewissen Abteilungen des Darmkanals sehr reichlich resorbiert, und es kehrt der im Körper nicht verwendbare Überschuß durch den Kreislauf des Blutes mit den Verdauungssäften in den Darm zurück, wie auf den Versuchsstationen in Proskau von Weiske und in Kuschen von Wildt nachgewiesen wurde. Auch ist der Harn der Wiederkäuer von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie derjenige der Fleischfresser, d. h. sehr reich an Phosphorsäure (20 bis 45 % der Harnasche), wenn man jenen Tieren ausschließlich Milchnahrung darbietet oder volljährige Wiederkäuer mehrere Tage lang hungern läßt, so daß sie schließlich nur von dem eigenen Fleisch und Blut zehren. Ebenfalls findet man bei sehr intensiver Fütterung von Kälbern und Lämmern mit Körnern in dem Harn derselben immer größere oder geringere Mengen von Phosphorsäure. Wie man sieht, verändern sich also die Ausscheidungsverhältnisse für die im Futter überschüssig aufgenommene Phosphorsäure je nach der Art der Fütterung, und es scheint darauf auch der größere oder geringere Gehalt der täglichen Nahrung an Kalk einen bestimmenden Einfluß zu äußern. Das Kali des Futters wird bis zu 95 und 97 %, die Magnesia zu 20 bis 30 % und der Kalk bei wiederkäuenden Tieren nur zu 2 bis 5 %, die Schwefelsäure endlich und das Chlor fast vollständig mit dem Harn ausgeschieden, und zwar sind diese Verhältnisse, wie namentlich einige in Hohenheim ausgeführte Versuche deutlich erkennen lassen, bei dem Kleeheu fast genau ebenso gestaltet, wie bei dem Wiesenheu, ungeachtet die Asche der beiderlei Futterarten eine sehr ungleiche Zusammensetzung hat. Der Rest von den Aschenbestandteilen des Futters, soweit derselbe im Körper keine Verwendung findet, also nicht zurückgehalten wird, oder in die etwa produzierte Milch übergeht, sowie die ganze Menge der mit dem Futter aufgenommenen Kieselsäure gelangt mit dem Darmkot der Tiere zur Ausscheidung. Es sind diese Thatsachen begreiflicherweise für die Beurteilung des Düngwertes der festen und flüssigen Exkremente von Wichtigkeit. Das Pferd unterscheidet sich dadurch von dem Wiederkäuer, daß es mit dem Harn einen weit größeren Anteil von Kalk aus dem Körper entfernt, unter normalen Verhältnissen von 40 bis über 60 % der im Futter aufgenommenen Gesamtmenge, während der Gehalt des Harnes an Kali verhältnismäßig geringer ist als bei dem Wiederkäuer und bezüglich der Ausscheidungsverhältnisse der Phosphorsäure die beiden Tiergattungen übereinstimmend sich verhalten.

Außer dem allgemeinen Verhalten des Rauh- und Grünfutters bezüglich seiner Verdaulichkeit und der damit im innigsten Zusammen-

hang stehenden Nährkraft kommen noch einige spezielle und zwar praktisch besonders wichtige Fragen in Betracht, auf welche neuere direkte Versuche ebenfalls eine mehr oder weniger bestimmte Antwort gegeben haben.

1. Bei Verabreichung verschiedener Quantitäten pro Tag und Kopf, aber von einem und demselben Rauhfutter, bleibt die nach Prozenten der einzelnen Bestandteile berechnete Verdaulichkeit desselben im wesentlichen unverändert. Es wurde diese Thatsache in mehrfachen Versuchen, namentlich in Weende und Hohenheim bestätigt gefunden, bei Ochsen, Schafen und Pferden, bei Fütterung ausschließlich mit Wiesenheu und mit Kleeheu oder Luzerne. Die Tiere nehmen im gesunden Zustande und unter sonst normalen Verhältnissen von einem Rauhfutter nur soviel auf, als sie relativ vollständig zu verdauen vermögen. Man darf also nicht glauben, daß bei einem geringeren Futterquantum die Verdauungssäfte entsprechend kräftiger lösend einwirken, als bei reichlicherer Futtergabe; die prozentige Verdauung des Futtermittels war z. B. in Hohenheimer Versuchen fast ganz dieselbe, einerlei ob ein Hammel pro Tag 0,5 oder 1 oder 1,5 kg Kleeheu ohne jegliches Beifutter verzehrte. Freilich ist zu erwähnen, daß die bisher angestellten Beobachtungen nur auf Wiesen- und Kleeheu von guter oder mittlerer Beschaffenheit sich beziehen; jedoch ist wohl gleiches für die mehr schwerverdaulichen Rauhfutterarten, für Stroh, Spreu ꝛc. anzunehmen. Dieses konstante Verhalten ist wichtig und erleichtert die Rechnung mit verdaulichen Futterbestandteilen und die Feststellung der Mengen derselben für die verschiedenen Nutzungszwecke der landwirtschaftlichen Tiere.

2. Die einzelnen Nährstoffe werden nach allen Richtungen in gleicher Weise verdaut und resorbiert, einerlei ob das betreffende Futtermittel im heutrocknen Zustand oder als Grünfutter von dem Tier verzehrt wurde. Es befindet sich dieses Versuchsresultat anscheinend im Widerspruch mit den allgemeinen Erfahrungen der Landwirte. Auch ist dasselbe nur dann durchaus richtig, wenn das Grün- und Trockenfutter von sonst absolut gleicher Beschaffenheit ist, zu derselben Zeit und auf demselben Felde geschnitten wurde, und wenn von den Pflanzen bei der Heubereitung keine Spur von Blättern und anderen zarten, besonders nahrhaften Teilen verloren ging. Dies ist bekanntlich in der Praxis niemals, namentlich bei der Bereitung von Klee- und Luzerneheu, vollständig zu erreichen, und aus diesem Grunde, aber auch, weil die Pflanzen im grünen Zustand meist in einer früheren Vegetationsperiode zur Verfütterung gelangen, beobachtet man ganz gewöhnlich eine verhältnismäßig größere Nährwirkung von dem Grünfutter, als von dem Heu. Hierbei mag vorläufig noch unentschieden

bleiben, ob die große Menge von Wasser, welche die Tiere bei der Grünfütterung in sich aufnehmen, einen günstigen Einfluß ausübt auf die Höhe der Milchproduktion, wie in einzelnen Versuchen beobachtet worden ist; aber die Verdaulichkeit der organischen Bestandteile eines Futtermittels wird durch das einfache Trocknen desselben an der Luft, wenn solches ohne allen Verlust stattfindet, in keiner Weise verändert.

3. Daß dagegen bei der gewöhnlichen Dürrheubereitung mit dem Verlust von allerlei zarten Pflanzenteilen auch die Verdaulichkeit des Futters sich vermindert, ist wohl selbstverständlich. Der Verlust an Trockensubstanz beträgt nicht selten 10 % und darüber und nach Beobachtungen in Proskau von Weiske und in Möckern von G. Kühn bei Esparsette und Luzerne die Abnahme der Verdaulichkeit 4 bis 5 %.*) Die Abnahme ist noch bedeutender, wenn durch ungünstige Erntewitterung ein wiederholtes Beregnen und Auslaugen des Futters, vielleicht eine förmliche Vergärung stattgefunden hat, wobei dasselbe zugleich an Schmackhaftigkeit sehr verliert. Einer solchen Veränderung ist die im jungen und noch wenig verholzten Zustand geschnittene Pflanze ganz besonders ausgesetzt, das Wiesengrummet daher mehr als das Wiesenheu.

4. Auch bei längerer Aufbewahrung des Futters unter Beobachtung aller erforderlichen Vorsichtsmaßregeln, z. B. in einem trockenen und luftigen Bodenraum, kann sowohl die Verdaulichkeit wie die Schmackhaftigkeit sich vermindern. Wenigstens ist dies aus Versuchen zu entnehmen, welche in Hohenheim ausgeführt wurden, indem von dem Rohprotein eines Wiesengrummets bald nach der Ernte 62 %, dagegen 3 Monate später nur 56 und im Frühjahr 54 % der Gesamtmenge bei der Verfütterung an dieselben Tiere zur Verdauung gelangten, während die Verdauungs-Koëffizienten für die übrigen Futterbestandteile ziemlich unverändert blieben. Ähnliches wurde auch in Dresden von Hofmeister bezüglich des Kleeheus beobachtet. Dieses Verhalten war in den vorliegenden Fällen weniger durch chemische Veränderung der Trockensubstanz bedingt, als einfach durch mechanisches Abbröckeln von feinen Pflanzenteilen, womit häufig allerdings auch eine Abnahme im prozentigen Stickstoffgehalt des Futters verbunden ist. Ob aber die aus der Praxis bekannte, selbst bei anscheinend guter Aufbewahrung oft auffallend geringe Nährwirkung von überjährigem Heu und Stroh wirklich durch eine wesentliche Veränderung in dem ursprünglichen chemischen Gehalt veranlaßt wird, oder hauptsäch-

*) Vergl. Tabelle II im Anhang, wo man außerdem Belege findet für die im folgenden weiter angedeutete Gestaltung der Verdaulichkeit des Rauhfutters unter dem Einfluß wechselnder Verhältnisse.

lich nur in mechanischen Ursachen und in der verminderten Schmackhaftigkeit der Futtersubstanz zu suchen ist, darüber können erst weitere Versuche und Untersuchungen entscheiden. Bei nicht ganz trockener Aufbewahrung, vielleicht schon bei vorübergehend feuchter Witterung kann wohl eine teilweise Umänderung der Eiweißsubstanz in Amidverbindungen erfolgen und damit die Nährkraft des Futters geschädigt werden.

5. Bekanntlich hat das Futter in den verschiedenen Vegetationsperioden der betreffenden Pflanze eine sehr ungleiche Verdaulichkeit und Nährkraft. In Möckern ergab sich, daß Ochsen bei der Fütterung ausschließlich mit Grünklee, welcher am 20. Mai (kurz vor der Blüte), am 7. und am 20. Juni (gegen Ende der Blüte) geschnitten war, von dem Rohprotein beziehungsweise 71—65 und 59 %, von der Rohfaser 51—47 und 40 % verdauten, während die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe geringeren Schwankungen unterlag. Ebenso beobachtete man in Hohenheim bei dem Grünklee aus 4 Vegetationsperioden in Versuchen mit Hammeln eine allmähliche Abnahme der Verdauung des Rohprotein von 76 bis auf 59 und der Rohfaser von 60 bis auf 39 %. Auch in Proskau gelangten von dem Rohprotein des jungen Weideklees 78 %, des Mäheklees dagegen nur 61 % zur Verdauung, von der Rohfaser beziehungsweise 67 und 49 %. Mit dem hier angedeuteten Verhalten des Futters steht im Zusammenhang, daß im allgemeinen das Wiesengrummet leichter verdaulich ist, als Wiesenheu, wenn nämlich beides bei gleich günstiger Witterung geerntet worden ist; jedoch habe ich schon erwähnt, daß das Grummet bei dem langsamen Trocknen und bei der meist unbeständigen Herbstwitterung, namentlich in Norddeutschland, viel leichter eine Verschlechterung erleidet und auch schon an sich weniger schmackhaft und aromatisch ist als gutes Wiesenheu und deshalb von den Tieren zuweilen weniger bereitwillig ohne entsprechendes Beifutter verzehrt wird. Die Nährkraft aber der jungen Pflanzen und Pflanzenteile muß eine um so größere sein, als sie nicht allein leichter verdaulich sind, sondern in ihrer Trockensubstanz auch eine weit größere Menge von Rohprotein, allerdings auch von Amidverbindungen*) enthalten, als die in der Vegetation weiter vorgeschrittenen Pflanzen derselben Art. Es erhöht sich dadurch die Differenz bezüglich des wirklich verdauten Proteïns oft beträchtlich; bei den erwähnten Versuchen in Möckern betrug die Menge des verdauten und resorbierten Rohproteïns von der Trockensubstanz des Grünklees zur Zeit der beginnenden Blüte 13,9 %, gegen Ende der Blüte nur 7,8 %, und in Proskau waren die betreffenden Differenzen für Weideklee und Mäheklee noch viel größer, nämlich

*) Vergl. Tabelle III im Anhang.

21,2 und 8,2 %. Hierdurch erklärt sich, daß eine und dieselbe Art von Rauhfutter je nach den Umständen, unter welchen es gewachsen und geerntet worden ist, in seiner Nährwirkung um das Doppelte und Dreifache verschieden sein kann.

6. Eine ähnliche Wirkung wie die Vegetationsperiode äußert auch die Jahreswitterung, sowie die wechselnde Bodenbeschaffenheit und Düngungsweise. Von einer und derselben Feld- oder Wiesenfläche ist das Futter in verschiedenen Jahrgängen bezüglich seiner Nährkraft oft sehr ungleich. Kleeheu z. B., welches in Hohenheim auf den Feldern der Versuchsstation in drei aufeinander folgenden Jahren gewachsen und stets bei sehr günstiger Witterung zur Zeit der Blüte geerntet war, wurde jedesmal im Erntejahr an Hammel der württembergischen Bastardrasse verfüttert; die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe ergab sich in drei Jahrgängen zu 63—67 und 75 %, während die Differenzen für das Rohprotein nicht so bedeutend waren, nämlich davon 60—64 und 65 % verdaut wurden. In anderen Fällen jedoch müssen die Schwankungen noch viel größer sein, und ähnlich verhält es sich in einem und demselben Jahr mit einem Futter, welches teils in sonniger Lage, teils an mehr schattigen Plätzen unter sonst gleichen Umständen gewachsen ist.

7. Während das Zerkleinern der Körner durch Quetschen, Schroten ꝛc. für die möglichst vollständige Ausnutzung dieser Futtermittel durch gewisse Tierarten oft sehr wichtig ist, scheinen dagegen allerlei Zubereitungsmethoden des Rauhfutters, wie namentlich das Anbrühen, Dämpfen, die Selbsterhitzung ꝛc., auf dessen Verdaulichkeit weniger günstig einzuwirken, als man in der Praxis meist anzunehmen geneigt ist. Wenigstens zeigte sich in Versuchen von Hellriegel und Lucanus auf der Versuchsstation zu Dahme die Verdaulichkeit von Roggenstroh bei dessen Verfütterung an Hammel durch Selbsterhitzung in keiner Weise erhöht, und ebensowenig ergab sich dieses für ein gemischtes Futter in Versuchen mit Milchkühen, welche W. Funke in Proskau ausführte; selbst die Umwandlung der Luzerne in Brennheu steigerte gegenüber dem nach gewöhnlicher Methode bereiteten Dürrheu, in Versuchen von Weiske in Proskau, nur die Verdaulichkeit der Rohfaser um 8 %, während die der stickstofffreien Extraktstoffe sogar bedeutend (um fast 11 %) vermindert war und dasselbe in geringerem Grade bezüglich der Proteïnsubstanz sich bemerkbar machte; auch das Dämpfen von Wiesenheu verminderte die Verdaulichkeit des darin enthaltenen Rohproteïns nach Versuchen, die Hornberger auf der Versuchsstation in Poppelsdorf ausführte. Dagegen wird allerdings durch eine passende Zubereitung die Schmackhaftigkeit des Futters oft beträchtlich erhöht und die Tiere auf diese Weise bestimmt, größere Mengen von einem an sich

ihnen weniger zusagenden Futter bereitwillig aufzunehmen. Es kann also die Zubereitung in praktischer Hinsicht einen durchaus günstigen Erfolg haben, wenn auch die Menge der aus einem bestimmten Quantum der Trockensubstanz des Futters wirklich verdauten und resorbierten Nährstoffe keine größere ist. Die Schmackhaftigkeit des Futters spielt überhaupt bei der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere eine so wichtige Rolle, daß man nach den Resultaten mancher Versuche und Beobachtungen fast annehmen muß, als könnte dadurch der Nähreffekt, die Ausnutzung einer bestimmten Menge der resorbierten Nährstoffe für die Produktion von Fleisch, Fett und Milch sich wesentlich modifizieren. Indes werden dabei wohl mancherlei Täuschungen vorkommen, und jedenfalls möchte es schwierig sein, diese Frage durch direkte Fütterungsversuche mit Bestimmtheit zu entscheiden. Auch bei allerlei Kraftfuttermitteln läßt sich die an sich vorhandene Verdaulichkeit durch die Art der Zubereitung nicht erhöhen. Dies ergab sich z. B. in Möckern bezüglich der Weizenkleie in Versuchen von G. Kühn mit Ochsen; im Gegenteil wurde durch vorausgehendes Kochen oder Anbrühen mit siedendem Wasser, ferner durch Zusatz von Sauerteig und angehende Gärung, sowie mehr noch durch aufeinanderfolgende Behandlung der Weizenkleie mit Alkalien und Säuren die Verdaulichkeit mehr oder weniger vermindert, was besonders deutlich für das Rohprotein, in geringerem Grade für die stickstofffreien Bestandteile dieses Futtermittels sich aussprach. Auch gesonderte Verabreichung der Kleie als Tränke (neben trockenem Heufutter) blieb gegenüber der Verabreichung der Kleie als Kaufutter im Gemenge mit Heu, ohne durchgreifenden Einfluß auf die Verdauung.

8. Man hat manchmal geglaubt, daß eine verstärkte Arbeitsleistung, wobei der Appetit der Tiere mehr angeregt ist und überhaupt eine reichlichere Fütterung stattfindet, auch die Ausnutzung oder Verdaulichkeit des Gesamtfutters zu steigern vermöchte. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, wie die Resultate verschiedener Reihen von Pferdefütterungsversuchen in Hohenheim deutlich beweisen. Es wurden z. B. als tägliches Futter an ein etwa 530 kg schweres Pferd konstant 5 kg Wiesenheu, 6 kg Hafer und $1^1/_2$ kg Weizenstrohhäcksel verabreicht, während in fünf Versuchsperioden die mittelst eines Göpelwerkes genau regulierte Tagesarbeit sehr verschieden war, nämlich in den aufeinanderfolgenden Perioden: 1. einfach (etwa 600000 kgm), 2. doppelt, 3. dreifach, 4. doppelt und 5. einfach. Hierbei ergab sich, daß in Prozenten der Gesamtmenge von der organischen Substanz des Futters verdaut wurden:

1.	2.	3.	4.	5.
58,7	58,6	58,7	56,4	54,8.

Die etwas abnehmenden Zahlen in Periode 4 und 5 sind durch eine allmähliche Verminderung in der Verdaulichkeit des Wiesenheues bedingt, wie sie bei längerer Aufbewahrung desselben häufig beobachtet wird, und steht nicht mit der wechselnden Höhe der Tagesarbeit im Zusammenhange. Ähnliches ergab eine andere Versuchsreihe, in welcher dasselbe Pferd mit täglich 7,5 kg Wiesenheu nebst 4 kg Ackerbohnen gefüttert wurde und eine Tagesarbeit verrichtete, die in drei Versuchsperioden auf 810000, auf 2430000 und wiederum 810000 kgm sich berechnete. Die Verdauung an organischer Substanz im stets unverändert bleibenden Futter betrug in der ersten Periode 60,0 %, in der zweiten Periode 58,5 und in der dritten Periode 57,5 % von der Gesamtmenge; damit übereinstimmend waren auch bezüglich der einzelnen Futterbestandteile und Nährstoffgruppen kleine Differenzen vorhanden, die jedoch ebensowenig mit der wechselnden Arbeitsleistung etwas zu thun hatten. Dies zeigte sich ferner, als man in einer weiteren Versuchsreihe die einzelnen Perioden und ebenso die Zeit für die Ansammlung der Exkremente noch länger ausdehnte und daher um so genauere Resultate erzielen konnte. Bei einem Futter pro Tag von 6 kg Wiesenheu, 3,5 kg Gerste und 1,5 kg Leinkuchen, sowie bei einer Tagesarbeit in der ersten Periode von 808000 und in der zweiten von 1547000 kgm fand man eine fast absolute Übereinstimmung der Verdauungskoëffizienten, nämlich:

	Organ. Substanz.	Roh-protein.	Roh-fett.	Roh-faser.	Nfr. Extraktstoffe.
1. Periode . . .	60,9	72,6	41,6	33,9	70,5
2. Periode . . .	61,1	72,4	41,5	34,3	70,5

Andererseits ist jedoch infolge verstärkter Arbeitsleistung eine Verdauungsdepression beobachtet worden, nämlich in Versuchen, welche L. Grandeau und Leclerc in Paris mit Pferden ausführten. Die Verdauung fast sämtlicher Futterbestandteile war dadurch um durchschnittlich 2—3 % und bei rascherer Fortbewegung der Tiere, wenn die an sich gleiche Arbeit im Trab, anstatt im ruhigen Schritt geleistet wurde, sogar um 4—6 % vermindert. Indes wird man dieses Versuchsresultat nicht als allgemein giltig, sondern wohl nur durch besondere Verhältnisse bedingt ansehen dürfen. Solange die Arbeit eine gewisse Grenze nicht übersteigt und keine Überanstrengung der Tiere stattfindet, wird vermutlich der hemmende oder fördernde Einfluß auf den Verlauf des Verdauungsprozesses ein sehr geringer sein und kann jedenfalls vorläufig bei Futterberechnungen nicht berücksichtigt werden.

9. Die verschiedenen Arten der wiederkäuenden Tiere, also Ochsen, Kühe, Schafe und Ziegen, verdauen ein und dasselbe Rauhfutter in gleicher Weise. Im Mittel von 40, an verschiedenen Orten

und unter verschiedenen Verhältnissen ausgeführten Einzelversuchen ergab sich für das Wiesenheu eine um ungefähr 2 % bessere Verdauung aller Bestandteile durch Ochsen und Kühe als durch Schafe, während in einer noch größeren Anzahl von Versuchen das Kleeheu, beziehungsweise der Grünklee von den Schafen durchschnittlich um 2 bis 3 % besser verdaut wurde als von dem Rindvieh. Die an sich unbedeutenden Differenzen gleichen sich also für die genannten beiden Heuarten vollständig aus. Auch bei der Fütterung der Ziegen hat man für das Wiesenheu in den bisher vorliegenden Versuchen durchaus mittlere Verdauungsverhältnisse beobachtet.

10. Von den nicht wiederkäuenden Pflanzenfressern kommt als landwirtschaftliches Tier hauptsächlich das Pferd in Betracht. Seit dem Jahre 1876 sind auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Hohenheim in großer Anzahl vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel ausgeführt worden, wobei man stets dieselben Futterarten fast gleichzeitig mit den beiderlei Tiergattungen auf die Verdaulichkeit prüfte. Eine im Anhang mitgeteilte Tabelle giebt über die Resultate dieser Versuche Auskunft. Von dem Wiesenheu wurden bis jetzt 12 verschiedene Sorten auf diese Weise untersucht und dabei folgendes gefunden:

a) Von der Trockensubstanz des Wiesenheues verdaut das Pferd 11—12 % weniger als der Wiederkäuer, und zwar ist diese Differenz bei den verschiedensten Sorten dieses Futtermittels ziemlich konstant.

b) Das Rohprotein im Wiesenheu wird im allgemeinen von Pferd und Hammel gleich gut verdaut. Dies bezieht sich keineswegs vorzugsweise auf die sehr stickstoffreichen, zarten und an sich leicht verdaulichen Sorten; in einem solchen Heu wird das Rohprotein gerade gewöhnlich von dem Pferd etwas weniger gut, dagegen in mehr grobstengeligen und stickstoffarmen Sorten oft sogar besser verdaut als von dem Hammel.

c) Bezüglich des Rohfettes ist die Differenz der Verdauungskoëffizienten bei Pferd und Wiederkäuer besonders groß, zunächst in den leicht verdaulichen Sorten, während dieselbe in den weniger verdaulichen Qualitäten sich vermindert, nach den vorliegenden Versuchen manchmal von über 50 bis auf 25 %.

d) Ähnliches, nur in weit geringerem Grade, bemerkt man bei den stickstofffreien Extraktstoffen, wo die Differenzen überhaupt nur einige Prozente (7—10) zu gunsten des Hammels betragen.

e) Besonders wichtig ist das Verhalten der beiderlei Tiergattungen zu der Rohfaser des Wiesenheues. Es wird dieselbe durchschnittlich von dem Pferd um über 20 % weniger verdaut oder im Verdauungskanal gelöst als von dem Hammel, was reichlich $^1/_3$ der von dem letzteren Tier verdauten Menge ausmacht, und zwar ist diese Differenz,

soweit sie auf die Verdauungskoëffizienten sich bezieht, bei allen Sorten von Wiesenheu ziemlich gleich, wenigstens sind die vorkommenden Schwankungen bei den einzelnen Gruppen von schwer- oder leichtverdaulichen Heusorten nicht sehr verschieden.

f) Anders gestaltet sich die Verdauungsdifferenz, wenn man sie für die einzelnen Bestandteile auf Prozente der Heutrockensubstanz berechnet. Von der etwa 12 % der letzteren betragenden Differenz kommen bei den leichtverdaulichen Heusorten auf die Rohfaser 5 bis 6 %, auf die stickstofffreien Extraktstoffe etwa 4 und auf das Rohfett 1 bis 1,5 % nebst geringen Mengen von Proteïnsubstanz; dagegen bei den schwer verdaulichen Heusorten auf die Rohfaser 7 bis 8 %, auf die stickstofffreien Extraktstoffe etwa 3,5 und auf Rohfett 0,5 bis 1,0 %.

g) Für das Pferd trifft die weiter oben (S. 81) erwähnte Kompensation zwischen dem verdauten Anteil der Rohfaser und dem unverdauten Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe, zunächst bezüglich des Wiesenheues nicht zu. Im allgemeinen ist die Verdauung der stickstoffreichen Bestandteile (Rohfaser und Extraktstoffe zusammengenommen) im Heu und Grünfutter bei dem Pferd um 20 bis 25 % der analytisch ermittelten stickstofffreien Extraktstoffe geringer als bei dem Wiederkäuer.

Für Klee- und Luzerneheu hat bei Pferd und Hammel eine fast völlig gleiche Verdaulichkeit des Rohproteïns und der stickstofffreien Extraktstoffe sich ergeben; auch bezüglich der an sich weniger verdaulichen Rohfaser ist die Differenz, namentlich bei dem Luzerneheu nicht so bedeutend wie bei dem Wiesenheu. Dagegen fand man für Weizenstroh sehr große Verdauungsdifferenzen. Indes sind über das Verdauungsvermögen von Pferd und Hammel für diese Rauhfutterarten erst noch weitere Versuche anzustellen. Die konzentrierten Futtermittel endlich werden von den beiderlei Tieren, mit Ausnahme etwa der Fettsubstanz, völlig gleich gut verdaut. Wenigstens hat man dies in Hohenheim für Hafer, Gerste, Mais, Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen bereits in mehrfachen Versuchen konstatiert.

11. Wenn die verschiedenen Arten der Wiederkäuer das Futter in gleicher Weise verdauen (s. unter 9), so wird man in dieser Hinsicht bei den einzelnen Rassen einer und derselben Tiergattung noch weniger irgendwie beträchtliche Differenzen erwarten können. In der That haben wiederholt in Dresden von Hofmeister und namentlich in Hohenheim angestellte Versuche übereinstimmend gezeigt, daß z. B. Merino-, Southdown- und sog. württembergische Bastardhammel sowohl bei der Beharrungsfütterung und bei ausschließlicher Aufnahme von Wiesenheu oder Kleeheu, wie auch bei einer mehr oder weniger intensiven Mastfütterung, bezüglich der prozentigen Verdauung eines und desselben Futters sich fast ganz gleich verhalten. Das wurde auch in Proskau

von Weiske durch Versuche mit Rambouillet- und Southdown-Hammeln bestätigt. Man darf hierbei die Verdaulichkeit des Futters nicht mit seiner Nährwirkung verwechseln. Die letztere kann bei den verschiedenen Rassen eine sehr ungleiche sein und ist durchaus bedingt, einerseits durch die Freßlust der Tiere, durch deren Vermögen, pro Tag ein größeres oder geringeres Futterquantum aufzunehmen, andererseits durch die ganze Organisation, namentlich durch den Verlauf des Respirationsprozesses, auch durch das Temperament und weitere angeborene Eigenschaften. Damit aber hat die eigentliche prozentige Verdauung des Futters zunächst nichts zu thun; diese ist vielmehr bei gleichem Futter für alle Rassen im wesentlichen dieselbe, vorausgesetzt natürlich, daß nicht etwa individuelle Verdauungsstörungen vorhanden sind, welche freilich häufig vorkommen und die Resultate vergleichender Versuche leicht verdunkeln.

12. Selbst in den verschiedenen Wachstums- oder Altersperioden besitzen die Tiere für ein bestimmtes Futter ein nahezu gleiches Verdauungsvermögen, wobei jedoch als Bedingung gelten muß, daß sie von der Milchnahrung vollständig entwöhnt sind und das betreffende Futter nach Schmackhaftigkeit und Nährkraft ein ihnen durchaus zusagendes und genügendes ist. Diese Thatsache hat durch Versuche, welche in Hohenheim mit zweierlei Rassen von jungen Hammeln angestellt und 9 Monate lang, von dem 5. bis 14. Lebensmonat der Tiere fortgesetzt wurden, sowohl bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu, als auch bei sehr intensiver Fütterung mit Heu und Körnern volle Bestätigung erhalten. Auch die in Proskau vor einigen Jahren ausgeführten Versuche ließen erkennen, daß das Verdauungsvermögen des Schafes für Wiesenheu vom vierten Lebensmonat bis zum vollendeten zweiten Jahr, also bis zum ziemlich ausgewachsenen Zustande das gleiche ist. Allerdings mag diese Konstanz im Verdauungsvermögen weniger genau zutreffen, wenn es sich um ein schlechtes und an sich schwer verdauliches Futter handelt, aber bei einem solchen können die jungen Tiere, solange sie überhaupt zu einem raschen Wachstum befähigt sind, gar nicht gedeihen; sie nehmen alsdann ein zu ihrer normalen Ernährung ganz ungenügendes Futterquantum auf und müssen bei längerer Dauer einer solchen Fütterungsweise verkümmern.

13. Die Individualität hat oftmals einen größeren Einfluß auf die Gestaltung des Verdauungsvermögens für ein und dasselbe Futter, als die Rasse und selbst die Gattung der wiederkäuenden Haustiere. Abgesehen von vorübergehenden Verdauungsstörungen und von der durch höheres Alter bewirkten Verdauungsschwäche, findet man oft auch bei Tieren gleicher Rasse, sowie von gleichem Alter und

Lebendgewicht konstante Verschiedenheiten, welche jedoch selten mehr als 2—4 % der gesamten organischen Substanz oder der einzelnen Bestandteile des Futters betragen; größere Differenzen im Verdauungsvermögen zeigen sich zuweilen bei einzelnen Individuen, welche im Wachstum und Lebendgewicht hinter den übrigen gleichartigen Tieren auffallend zurückgeblieben sind. Unter solchen Verhältnissen beobachtete z. B. Weiske in Proskau bei Schafen Verdauungsdifferenzen von 7 % für die organische Substanz des Futters und sogar bis zu 15 % für die Rohfaser allein. Zugleich aber ergab sich, daß diejenigen Tiere einer Herde, welche in gleicher Zeit und bei gleichem Futter zu dem größten Lebendgewicht gelangen, nicht immer das beste Verdauungsvermögen besitzen und mit einer bestimmten Menge des verzehrten Futters nicht immer am meisten Lebendgewicht produzieren. Die mehr oder weniger rege Freßlust, also das Quantum des täglich aufgenommenen Futters ist für die Gewichtszunahme der wachsenden Tiere und so auch bei der Mästung weit mehr bedingend, als ein erhöhtes Verdauungsvermögen. Nur förmlich verkümmerte Tiere, welche in der Jugend, namentlich in der Saugzeit, unzureichend ernährt worden sind, haben auch meistens in der späteren Entwickelungsperiode ein relativ schwaches Verdauungsvermögen; inwiefern aber das letztere durch die Art der Aufzucht mehr oder weniger gekräftigt werden kann, darüber müssen erst weitere genaue Versuche Aufklärung geben.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß die prozentige Verdauung des Rauhfutters, solange dasselbe *ausschließlich* verabreicht wird, bei einer und derselben Tiergattung fast allein durch die natürliche Beschaffenheit seiner Trockensubstanz bedingt ist, wie dieselbe unter gewissen Vegetations-, Witterungs-, Boden- und Düngungsverhältnissen sich gestaltet, während sonstige äußere Verhältnisse (Quantität des täglich verabreichten Futters, grüner oder lufttrockener Zustand, Methode der Zubereitung, außerdem Art, Rasse und Alter der wiederkäuenden Tiere) darauf nur wenig verändernd einwirken. Es ist dies schon ein wichtiges Versuchsresultat, welches sich für die Feststellung des täglichen Nährstoffbedarfs der Tiere verwerten läßt; noch wichtiger aber für diesen Zweck ist es, zu untersuchen, ob und inwiefern das Rauhfutter in der Verdauung seiner Bestandteile unter dem Einfluß wechselnder Mengen von allerlei *Beifutterarten* verändert wird, dadurch vielleicht eine größere oder geringere *Depression* erleidet. Man erhält hierüber Aufschluß, wenn man bei gleichem Rauhfutterquantum steigende Mengen des betreffenden Beifutters verabreicht und aus der direkt ermittelten Verdauung des Gesamtfutters berechnet, teils wie die Verdauungsverhältnisse für das Rauhfutter unter An-

nahme absoluter Verdauung des Beifutters sich gestalten, teils auch, welche Verdauungs-Koëffizienten für das Beifutter sich ergeben, wenn man annimmt, daß die Verdauung des Rauhfutters trotz der mehr oder weniger reichlichen Beifütterung ganz unverändert bleibt. Indem ich die hierauf bezüglichen Resultate der neueren Fütterungsversuche im folgenden kurz andeute, will ich daran erinnern, daß, wenn von „Nährstoffverhältnis" die Rede ist, man darunter das Verhältnis zwischen den verdaulichen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Futterbestandteilen, zwischen Eiweiß (verdautes Rohprotein einschließlich Amidstoffe) und Kohlehydraten zu verstehen hat, wobei die letzteren auch das auf den Respirationswert oder das Stärkemehläquivalent (mit dem Faktor 2,44) reduzierte verdauliche Rohfett des Futters in sich begreifen.

1. Eine Beifütterung von Weizenkleber, also die einseitige Vermehrung der verdaulichen Eiweißsubstanz bewirkt in keiner Weise eine Depression in der Verdauung des Rauhfutters. Dies ergab sich z. B. in Versuchen von E. Schulze und Märcker in Weende, indem man an Hammel pro Kopf und Tag neben 1 kg Wiesenheu zuerst 120 g und sodann 262 g eines Kleberpräparates verabreichte, welches in der Trockensubstanz 78 % an reinem Eiweißstoff enthielt. Die anscheinend um 4 bis 6 % verminderte Verdauung des Heuproteïns kann hierbei nicht in Betracht kommen, weil auch Spuren von Kleber unverdaut geblieben sein können. Bezüglich der übrigen Bestandteile des Rauhfutters war selbst eine derartige geringe Verdauungsdepression nirgends vorhanden.

2. Von Wichtigkeit ist es, daß auch die in der Praxis vorkommenden stickstoffreichen Beifutterarten (Nährstoffverhältnis = 1 : 1 bis 5) keinerlei wesentliche Veränderung in der Verdaulichkeit des gleichzeitig verabreichten Rauhfutters bewirken. Es ist dies aus den Resultaten von Verdauungsversuchen zu entnehmen, in welchen neben Wiesen- oder Kleeheu steigende Quantitäten des betreffenden Beifutters verzehrt wurden. Derartige Versuche wurden in Hohenheim, Möckern und Halle, unter Anwendung besonders von Leinkuchen, aber auch von Bohnenschrot, Rapskuchen, Weizenkleien und Baumwollesamenkuchen, teils mit Hammeln und Ziegen, teils mit Ochsen, in neuester Zeit auch mit Pferden ausgeführt. In ganz ähnlicher Weise werden andere stickstoffreiche Beifutterarten sich verhalten, nämlich alle Arten von Ölkuchen und Hülsenfrüchten, ferner Biertreber, Branntweinschlempe 2c. Hierbei aber ist zu erwähnen, daß die genannten und sonstigen konzentrierten Futtermittel keineswegs, weder bezüglich der darin enthaltenen Proteïnsubstanz, noch in ihren anderen Bestandteilen als absolut verdaulich angesehen werden dürfen, sondern daß

einem jeden konzentrierten Futtermittel für die einzelnen Bestandteile bestimmte Verdauungs-Koëffizienten zukommen, welche bei Verabreichung der verschiedensten Quantitäten des jedesmaligen Beifutters nahezu konstant sind und aus den direkten Verdauungsversuchen sich ableiten lassen. Die Proteïnsubstanz z. B. wird in den Hülsenfrüchten, wie es scheint, von den wiederkäuenden Tieren relativ hoch, durchschnittlich zu 90 %, in den Leinkuchen zu 85, in den Rapskuchen und Weizenkleien zu 80, in den nicht geschälten Baumwollesamenkuchen zu 74 % ꝛc. verdaut, während die prozentige Verdauung des Rohproteïns im Rauhfutter unverändert, d. h. die gleiche bleibt, wie bei ausschließlicher Verfütterung desselben ermittelt worden ist.

3. Über den etwaigen Einfluß, welchen die Körner der Cerealien, also konzentrierte Beifutterarten mit mittlerem Nährstoffverhältnis (1 : 5—8) auf die Verdauung des Rauhfutters ausüben, sind bisher erst wenige vergleichende Versuche angestellt worden. Nur den Hafer hat man in dieser Hinsicht durch direkte Fütterungsversuche geprüft, welche in Dresden (Hofmeister und Haubner) und namentlich in Hohenheim mit Hammeln zur Ausführung gelangten. An beiden Orten fand man, daß auch eine Beifütterung des Hafers die prozentige Verdauung des Rauhfutters nicht wesentlich verändert. In Hohenheim ergab sich bei einem Mengenverhältnis vom Wiesenheu zum Hafer = 1 : 1,76, ferner = 1 : 3,09 und 1 : 3,30, unter Annahme stets gleicher Verdauung des Rauhfutters, wie bei ausschließlicher Verfütterung desselben, daß in den betreffenden Versuchen von der Proteïnsubstanz des Hafers 78,0, ferner 78,4 und 78,5 % verdaut wurden. In Dresden war die Verdauung des Haferproteïns bei Verabreichung kleinerer Mengen des Beifutters (Wiesenheu zum Hafer = 1 : 0,18; 1 : 0,44 und 1 : 0,75) eine etwas geringere, nämlich beziehungsweise = 74,0; 74,1 und 67,3 %. Jedoch hatte auch der in Hohenheim verfütterte Hafer ein beträchtlich engeres Nährstoffverhältnis (1 : 5,16), als der in Dresden verabreichte (1 : 7,07) und hierdurch kann sehr wohl die beobachtete, an sich nicht große Differenz bedingt gewesen sein. Bezüglich der anderen Bestandteile des Hafers waren die Verdauungs-Koëffizienten in allen Einzelversuchen nahezu übereinstimmend, mit Ausnahme der Rohfaser, für welche die betreffenden Zahlen überhaupt in den meisten Körnerarten und Körnerabfällen große Schwankungen aufweisen. Auch in Pferdefütterungsversuchen sind in Hohenheim für Hafer bei gleicher Sorte desselben, trotz wechselnder Mengen in der Tagesration, nahezu konstante Verdauungs-Koëffizienten gefunden worden. Es ist aus den bisher in dieser Richtung vorliegenden Versuchen wohl mit genügender Sicherheit zu folgern, daß bei einem Nährstoffverhältnis im Körnerfutter

von 1 : 5—6 noch keine Depression in der Verdauung des gleichzeitig verabreichten Rauhfutters eintritt und daß diese höchstens erst sich geltend zu machen anfängt, sobald das Nährstoffverhältnis ein noch weiteres wird, nämlich = 1 : 7--8.

4. Entschieden erleidet die prozentige Verdauung des Rohproteïns im Rauhfutter, und nächstdem auch der Rohfaser eine Depression durch die Beifütterung größerer Mengen von reinen Kohlehydraten, namentlich von Stärkemehl. Man hat dies in Versuchen mit Hammeln, Ziegen, Ochsen, Kühen und Schweinen konstatiert. Jedoch ist die Depression für das Rauhfutterproteïn nur dann eine deutliche, wenn das verabreichte Stärkemehl dem Gewichte nach mehr als 10 % von der Trockensubstanz des Rauhfutters ausmacht, selbst bei 15 % ist sie noch eine geringe, bei 25 bis 30 % Stärkemehl dagegen eine sehr beträchtliche. In einem Versuch z. B. von E. Schulze und Märcker in Weende wurde bei Verabreichung von etwa 800 g Wiesenheu und 230 g Stärkemehl pro Tag und Kopf an Hammel die Verdauung des Heuproteïns von 54 bis auf 32 % vermindert, die Differenz betrug also 22 % des gesamten Rohproteïns oder 41 % des an sich verdaulichen Anteiles des letzteren. Im allgemeinen wird man für die Beifütterung von $^1/_6$ der Trockensubstanz des Rauhfutters an Stärkemehl eine Depression in der ohne diese Beigabe vorhandenen Verdauung des Rohproteïns um 15 %, ferner von $^1/_4$ Stärkemehl um reichlich 25 % und von $^1/_3$ Stärkemehl um etwa 40 % annehmen können. Diese Verdauungsdepression ist in Prozenten des Rauhfutterproteïns bei Kleeheu und namentlich bei stickstoffreichem Wickenheu etwas geringer als bei Wiesenheu, bei dem stickstoffarmen Stroh der Cerealien dagegen relativ bedeutender. Vermindert wird die Depression, zuweilen ganz aufgehoben, wenn außer dem Stärkemehl noch ein sehr stickstoffreiches Beifutter, z. B. Leinkuchen, verabreicht wird, — ebenso, jedoch in geringerem Grade, durch Beifütterung von Bohnenschrot und Schrot von anderen Hülsenfrüchten. Außer dem Rohproteïn des Rauhfutters erleidet unter dem Einfluß des Stärkemehls auch die Rohfaser eine Verdauungsdepression, jedoch ist dieselbe nicht so bedeutend und kommt überhaupt bei den betreffenden Futterberechnungen weit weniger in Betracht. Ähnlich dem Stärkemehl verhält sich der Zucker, nur daß die dadurch bewirkte Depression meistens geringer ausfällt. Hinsichtlich der stickstofffreien Extraktstoffe und des Fettes im Rauhfutter ist zu erwähnen, daß die Verdauung dieser Bestandteile durch Stärkemehl und Zucker nicht wesentlich vermindert erscheint, solange das Beifutter selbst noch vollständig zur Verdauung gelangt, was freilich nicht mehr zutrifft, wenn dasselbe in sehr beträchtlicher Quantität verabreicht wird und wenn namentlich das Rauhfutter von sehr stickstoffarmer Beschaffenheit ist.

5. In der Praxis wird es nicht leicht vorkommen, daß man reines Stärkemehl oder reinen Zucker verfüttert; es müssen aber die an diesen Kohlehydraten besonders reichen Kartoffeln und Rübenarten einen ähnlichen Einfluß auf die Verdauung des Rauhfutters ausüben, obgleich von vornherein zu erwarten ist, daß derselbe ein entsprechend geringerer sein wird, da die genannten Futtermittel außer Stärkemehl und Zucker noch andere Substanzen, namentlich größere oder geringere Mengen von Rohprotein enthalten. Um über die etwaige Verdauungsdepression des sonstigen Futters unter dem Einfluß der Wurzelgewächse nähere Auskunft zu erhalten, wurden in Hohenheim Versuche angestellt, bei welchen man in 23 Fällen Kartoffeln und in 53 Fällen Rüben (beziehungsweise Runkeln, Zuckerrüben und Turnips) als Beifutter verabreichte. Wenn es darauf ankommt, aus den direkten Ergebnissen dieser Versuche für die Praxis brauchbare und hinreichend bequem anzuwendende Zahlen abzuleiten, hat man zunächst zweierlei zu beachten.

a) In der Praxis handelt es sich ganz vorzugsweise um eine Produktionsfütterung der landwirtschaftlichen Tiere und dabei um ein Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter von etwa 1 : 4 bis 1 : 8. Für eine solche Art der Fütterung müssen daher die Depressionszahlen in erster Linie zutreffen.

b) Die durch Rüben oder Kartoffeln bewirkte Verdauungsdepression ist auf das ganze übrige Futter zu beziehen, also auf Rauhfutter und konzentrierte Futtermittel zusammengenommen, welche letztere vielleicht in größerer oder geringerer Quantität verabreicht werden, um das Nährstoffverhältnis, dem jedesmaligen Zweck der Fütterung gemäß, als ein genügend enges, nämlich im allgemeinen mittleres zu gestalten. In den Hohenheimer Versuchen wurde freilich neben den Wurzelgewächsen ausschließlich Rauhfutter angewandt, aber dieses war in manchen Versuchsreihen so stickstoffreich und leicht verdaulich, daß es gleichsam als eine Mischung von gewöhnlichem Rauhfutter und konzentrierten Futtermitteln angesehen werden konnte.

Mit einer regelmäßigen Steigerung des Beifutters müssen auch die Depressionszahlen regelmäßig sich erhöhen und also die direkten Versuchsergebnisse einer entsprechenden Abrundung und Ausgleichung unterworfen werden. Mit Rücksicht hierauf und auf Grund der soeben erwähnten beiden Voraussetzungen gebe ich zum vorläufigen Gebrauch in der Praxis die folgenden Zahlen, wobei zu bemerken ist, daß die Menge des Beifutters im Verhältnis zum übrigen Futter auf Trockensubstanz sich bezieht und die aufgeführten Depressionszahlen Prozente bedeuten von dem an sich verdaulichen Anteil der gleichnamigen Substanz im Rauhfutter, mit Einschluß des etwa gleichzeitig verabreichten konzentrierten Futtermittels.

Beifutter im Verhältnis zum Rauhfutter.	Rohprotein.	Nfr. Extraktstoffe.	Rohfaser.	Organische Substanz.
1/6	5	3	4	4
1/4—1/3	10	5	7	6
1/2	15	7	10	9
1/3—1	25	10	14	12

Die Zahlen gelten gleichmäßig für Kartoffeln und für Rüben, wenn auch bei der ersteren Art von Beifutter die dadurch bewirkte Verdauungsdepression oft etwas beträchtlicher ausfällt; jedoch scheint dieses hauptsächlich nur dann stattzufinden, wenn die Menge der Kartoffeln eine besonders große ist, nämlich im wasserfreien Zustande mehr als die Hälfte der Trockensubstanz von dem übrigen Futter beträgt. Ferner hat man zu beachten, daß auch innerhalb der Grenzen einer rationellen Produktionsfütterung (1 : 4 bis 1 : 8), für welche die Zahlen gelten sollen, die letzteren bei engerem Nährstoffverhältnis reichlich groß, bei weiterem dagegen manchmal etwas zu niedrig sind. Man kann hierauf bei Futterberechnungen Rücksicht nehmen, ohne daß es nötig oder möglich wäre, für die einzelnen Nährstoffverhältnisse immer wieder besondere Depressionszahlen aufzustellen und in Anwendung zu bringen.

Es ist noch fraglich, ob man nicht für die Kartoffeln und Rüben ähnlich wie für die konzentrierten Beifutterarten bestimmte Verdauungs-Koëffizienten, unter Annahme stets unverändert bleibender Verdauung des Rauhfutters berechnen könnte. Die nach einer solchen Rechnung aus den Versuchen mit Wiederkäuern und mit Schweinen sich ergebenden Zahlen habe ich in der im Anhang mitgeteilten Tabelle zusammengestellt, und diese Zahlen wären vielleicht bei Futterberechnungen anstatt der oben erwähnten Depressionszahlen zu benutzen. Jedoch gebe ich den letzteren den Vorzug und glaube, daß man die Wurzelgewächse, entsprechend ihrer chemischen Beschaffenheit, in ihrer ganzen Substanz als verdaulich ansehen muß. Übrigens kommen diese Futterarten bei ihrem großen Gehalt an Amidverbindungen fast nur als Lieferanten von Kohlehydraten oder stickstofffreien Nährstoffen in Betracht, und für diese ergeben sich relativ sehr hohe Verdauungs-Koëffizenten, aus den Versuchen mit Hammeln für Rüben und Kartoffeln 92—95 % und aus Versuchen mit Schweinen für Kartoffeln sogar bis zu 98 %. Die letzteren Tiere scheinen ein besonders großes Verdauungsvermögen für die Kohlehydrate zu haben; dies wurde bestätigt durch andere, ebenfalls in Hohenheim ausgeführte Versuche, in welchen die Kohlehydrate des Gerstenschrots trotz reichlicher Beifütterung von reinem Stärkemehl (Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter 1 : 9 und 1 : 12) nebst dem letzteren von den Schweinen völlig ebenso verdaut wurden, wie bei

ausschließlicher Schrotfütterung. Bezüglich der Proteïnsubstanz des Gersteschrotes war bei einem Nährstoffverhältnis = 1 : 9 noch gar keine Verdauungsdepression zu bemerken; erst als das Nährstoffverhältnis bis auf 1 : 12 sich erweiterte, trat dieselbe ein und betrug 9,5 % des Schrotproteïns.

6. Die direkte Verabreichung kleinerer Mengen von Fett oder Öl hat in den bisher hierüber angestellten Versuchen einen sehr unbestimmten Einfluß auf die prozentige Verdauung der Bestandteile des Rauhfutters oder des Gesamtfutters gezeigt. Es kann, wie im ersten Teil dieser Ausarbeitung nachgewiesen wurde, nicht zweifelhaft sein, daß der Gesamtgehalt des Futters an verdaulicher Fettsubstanz für die Gestaltung des ganzen Nähreffektes in der Produktion von Fleisch, Fett, Milch und Kraft eine große Bedeutung hat, aber die prozentige Verdauung der einzelnen Futterbestandteile scheint durch eine Beigabe von Fett, z. B. von Rüböl oder Leinöl nicht wesentlich, wie zuweilen behauptet worden ist, erhöht zu werden. Man muß sich im Gegenteil hüten, den wiederkäuenden Tieren anhaltend ein zu fettreiches Futter darzubieten, weil dadurch sehr leicht eine allmählich zunehmende Appetitlosigkeit veranlaßt wird und selbst bedenkliche Verdauungsstörungen eintreten können. Jedoch ist zu erwähnen, daß solche nachteilige Wirkungen sich weniger bemerkbar machen, wenn man das Fett in der Form eines wirklichen Bestandteiles des Futtermittels, z. B. in den Ölkuchen und Ölsämereien verabreicht, als wenn es in Substanz dem übrigen Futter beigemischt wird. Dies beobachtete man auch in Hohenheim, indem man bei einem ziemlich stickstoffreichen Futter durch steigende Beigabe von halbentfetteten Palmkernen und von Leinsamen die Menge der Fettsubstanz bei Hammeln pro Tag und Kopf schließlich bis auf 75 und 100 g steigerte, während die Menge der übrigen Bestandteile des Futters ziemlich unverändert blieb. Die Verdauung des Futters wurde dadurch in keiner Weise, weder störend noch fördernd beeinflußt.

7. Daß das Kochsalz im Ernährungsprozeß des tierischen Organismus eine wichtige Rolle spielt und namentlich für die pflanzenfressenden Tiere in höherem Grade noch als für die Fleischfresser ein unentbehrliches Nahrungsmittel ist, habe ich schon früher (S. 17) angedeutet. Auf die Verdauung des Futters scheint dasselbe aber keinen irgendwie beträchtlichen Einfluß auszuüben, wenn auch manchmal Verdauungsstörungen dadurch gehoben, beziehungsweise herbeigeführt werden können. Man hat daher bei direkten Versuchen in Salzmünde, Hohenheim, Dresden und neuestens in Proskau anscheinend bald einen fördernden, bald einen hemmenden Einfluß des Kochsalzes auf die Verdauung des Futters beobachtet; meistens aber und unter ganz normalen Verhältnissen hat das Salz in dieser Beziehung sich ganz indifferent

verhalten. Die durch Kochsalz oftmals bewirkte größere Schmackhaftigkeit und Mehraufnahme des Futters ist nicht zu verwechseln mit der prozentigen Verdauung desselben, welche letztere, wie wir gesehen haben, im allgemeinen und namentlich bei ausschließlicher Verabreichung von Rauhfutter eine sehr konstante ist.

8. Unter Umständen ist die Beigabe von sonstigen Mineralsalzen, zunächst von phosphorsaurem Kalk, wichtig für die Gestaltung des Gesamt-Nähreffektes einer bestimmten Fütterungsweise (vergl. S. 13 ff.), wenn auch die Verdaulichkeitsverhältnisse dadurch wenig oder gar nicht verändert werden. Dies kann namentlich .der Fall sein bei der Fütterung von Jungvieh, aber auch von Großvieh, wenn nämlich in einer Gegend vielleicht das gesamte Rauhfutter ungewöhnlich arm ist an Phosphorsäure. Daß der passend präparierte phosphorsaure Kalk aus dem Verdauungskanal wirklich resorbiert wird, ist durch direkte Versuche bewiesen, und es muß derselbe eine günstige Nährwirkung ausüben, wenn der tierische Organismus irgendwie daran Mangel litt. Bezüglich des Jungviehes, welches sehr häufig relativ phosphorsäurereiche, aber kalkarme Futtermittel in großer Menge verzehrt, wie Kartoffeln, Rüben und insbesondere allerlei Körner oder Körnerabfälle, wird nicht selten der phosphorsaure Kalk mit gleichem Erfolg durch den weit billigeren kohlensauren Kalk, in der Form von geschlämmter Kreide ersetzt werden können. Was endlich die Kalisalze und insbesondere das phosphorsaure Kali betrifft, so wird man in der landwirtschaftlichen Praxis sehr selten Veranlassung haben, diese Salze als Beifutter zu benutzen; nur wenn vielleicht Schweine ausschließlich oder vorherrschend mit amerikanischem Fleischmehl, d. h. den Rückständen von der Fleischextrakt-Bereitung gefüttert werden, kann ein derartiger Zusatz nötig sein, um einen guten Nähreffekt zu erzielen.

Im Anschluß an die im Anhang mitgeteilten Tabellen und an dasjenige, was im vorstehenden Abschnitt über die Verdaulichkeit des Futters gesagt worden ist, werde ich jetzt noch einiges zur Charakteristik der Futtermittel beifügen.

Charakteristik der Futtermittel.

a) Rauh- und Grünfutterarten.

1. Wiesenheu, Grummet und Weidegras. In den dieser Ausarbeitung angehängten Tabellen über Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel sind verschiedene Arten oder Gruppen von Wiesenheu aufgeführt, welche deutlich erkennen lassen, daß im allgemeinen bei höherem Stickstoffgehalt die prozentige Menge der Roh-

faſer eine entſprechend geringere iſt, die Reinaſche dagegen und das Rohfett zunehmen, während der Gehalt an ſtickſtofffreien Extraktſtoffen ziemlich unverändert bleibt. Außerdem bedingt, wie bei allen Rauh- und Grünfutterarten, der größere Gehalt an Rohproteïn faſt immer eine größere Verdaulichkeit dieſes Beſtandteiles; charakteriſtiſch ferner für das Wieſenheu und nächſtdem für ähnliche Futterarten aus der Klaſſe der Gramineen iſt es, daß gleichzeitig mit der Verdaulichkeit des Rohproteïns auch die der ſtickſtofffreien Extraktſtoffe entſprechend zunimmt, ein Verhalten, welches hinſichtlich der Rohfaſer und des Rohfettes nicht immer ebenſo deutlich und regelmäßig hervortritt. Endlich iſt zu bemerken, daß die Verdaulichkeit der Rohfaſer in allen Arten von Wieſenheu eine verhältnismäßig hohe, die des Rohfettes dagegen eine geringere iſt.

In dem Wieſenheu iſt nicht allein der Stickſtoffgehalt maßgebend für die Verdaulichkeit und Nährkraft dieſes Futtermittels, ſondern außerdem noch die Menge der Rohfaſer, wie aus anderweitigen Zuſammenſtellungen der mittleren Verſuchs- und analytiſchen Reſultate ſich ergiebt. Stickſtoffreiche und zugleich rohfaſerarme Heuſorten ſind entſchieden die beſten und am leichteſten verdaulich, ſowie umgekehrt ſtickſtoffarme und zugleich rohfaſerreiche den geringſten Nährwert haben; ſtickſtoffarme und dabei rohfaſerarme Arten von Wieſenheu enthalten meiſt ziemlich ſchwer verdauliche Proteïnſubſtanz, aber leicht verdauliche Extraktſtoffe, während ſtickſtoffreiche und rohfaſerreiche Heuſorten entweder ein umgekehrtes Verhalten zeigen, oder mittlere Verdauungs-Koëffizienten haben.

Die in den Tabellen für den Rohproteïngehalt des Wieſenheus und für die Verdauungs-Koëffizienten angegebenen Zahlen bezeichnen keineswegs die Grenzen der überhaupt vorkommenden Schwankungen; dieſe können vielmehr in der Trockenſubſtanz von 6 bis gegen 20 % betragen, und bezüglich der Verdaulichkeit des Rohproteïns hat man in den mit 38 Sorten von Wieſenheu ausgeführten Fütterungsverſuchen als Minimum 42 und als Maximum 72 % der vorhandenen Geſamtmenge beobachtet. Dies ergiebt alſo die Möglichkeit eines faſt um das 6fache verſchiedenen Gehalts an verdaulichem Rohproteïn (2,5 bis 14,4 %), ſo daß die in der Praxis bekannte überaus ungleiche Nährwirkung der verſchiedenen Arten von Wieſenheu ſchon hieraus genügend ſich erklärt. Unter Berückſichtigung des zuerſt in Hohenheim von O. Kellner nachgewieſenen und namentlich in den zarten und ſtickſtoffreichen Heuſorten oft großen Amidgehaltes vermindert ſich freilich die abſolute Größe der zuletzt genannten Zahlen, nämlich bis auf etwa 2,0 bis 9,3 % an verdaulicher eigentlicher Eiweißſubſtanz, aber das Verhältnis zwiſchen beiden Zahlen bleibt ziemlich dasſelbe.

Wir haben gesehen, daß der Verdaulichkeitsgrad eines Futtermittels, wenn dasselbe an Wiederkäuer als alleiniges Futter verabreicht wird, fast ausschließlich durch die natürliche Beschaffenheit und chemische Zusammensetzung der Trockensubstanz bedingt ist, während allerlei sonstige Verhältnisse, wie der grüne oder lufttrockene Zustand, das Zerschneiden, Anbrühen, Dämpfen, ferner Alter und Art der wiederkäuenden Tiere 2c. darauf wenig einwirken. Bei dem Pferde ist die Verdauung des Rauh- und Grünfutters eine etwas andere als bei dem Wiederkäuer (s. S. 95). Die natürliche Beschaffenheit aber des Futters ist eine sehr verschiedene, je nach den Umständen, unter welchen es heranwuchs oder geschnitten und geerntet wurde.

Es kommt hierbei zuerst die Vegetationsperiode der betreffenden Pflanze in Betracht und ich will in dieser Hinsicht nachträglich (vergl. S. 91) noch einiges erwähnen. Bekanntlich enthalten alle jungen Pflanzen in ihrer Trockensubstanz prozentig weit mehr Rohprotein und weniger Rohfaser als später, etwa zur Zeit der Blüte, und zugleich ist die Verdaulichkeit des ersteren eine größere. Gutes Weidegras ist daher, bei genügender Menge, als ein kräftiges Produktionsfutter anzusehen, während dieses bezüglich des zur gewöhnlichen Zeit geernteten Wiesenheues mittlerer Güte in weit geringerem Grade der Fall ist. In Weende z. B. fand man, daß die Trockensubstanz der im jugendlichen Zustand geschnittenen Weidegräser 17,5 %, das Heu älterer Pflanzen nur 11 % Rohprotein enthielt. Die Ernte ferner von einer sonnigen Rasenfläche in Hohenheim ergab bis zum 12. Juni bei zweimaligem Schnitt eine um die Hälfte größere Gesamtmenge von Proteinsubstanz, als bei einmaligem Schnitt, im Verhältnis von 334 : 225; der Prozentgehalt betrug beziehungsweise 20,4 und 16,3 und die ganze Trockenmasse 1637 und 1381 kg. Ähnliche Zahlen lieferte ein Kleegrasfeld in Proskau, nämlich bei dreimaligem Schnitt an Trockensubstanz 1785 und an Rohprotein 375 kg pro Morgen, bei zweimaligem Schnitt 1696 kg Trockensubstanz und darin nur 243 kg Rohprotein. Diese Zahlen sprechen also dafür, daß man das Futter auf dem Stengel nicht zu alt werden lassen darf, sondern frühzeitig genug abernten und benutzen muß.

Die Wiesenkräuter und namentlich die kleeartigen Pflanzen vertragen allerdings das zu häufige Abschneiden und Abweiden nicht so gut, wie die Gräser; sie liefern dabei oftmals ein verhältnismäßig geringes Gewicht an Trockenmasse, diese aber von vorzüglicher Qualität. In Tharand wurde von Stöckhardt ein Klee untersucht, welchen man vom 29. Mai bis 24. August sechsmal abgeschnitten und abgerupft hatte, um das öftere Abweiden durch Kühe nachzuahmen; derselbe ergab gegenüber dem nur zweimal (7. Juli und 24. August) in ziemlich vor-

gerückter Vegetationsperiode geschnittenen Klee von demselben Feld pro Morgen:

	Trockensubstanz.	Rohprotein.	Rohfaser.
6 mal geschnitten	1462 kg	308 kg = 21,0 %	319 kg = 21,7 %
2 mal gemäht	2906 „	381 „ = 13,1 „	977 „ = 33,6 „

Trotz der doppelt so großen Erntemasse des älteren Klees ist der dadurch erzielte Vorteil durch die weit bessere Qualität des jung geschnittenen Klees ziemlich wieder ausgeglichen worden, wenn man nämlich den Nährwert des Futters als hauptsächlich durch den Gehalt an verdaulichem Protein bedingt ansieht; die prozentige Zusammensetzung (Rohprotein und Rohfaser) beweist, daß hier die absolute Menge des verdaulichen Rohproteïns in der Ernte des jungen Klees eine ebenso große oder noch größere gewesen ist, als in der Ernte des in voller Blüte gemähten Klees. Dies wird auch bestätigt durch die Resultate der in Proskau von Weiske ausgeführten Versuche, in welchen man die Verdaulichkeit des betreffenden Futters durch direkte Fütterungsversuche mit Hammeln ermittelte. In diesem Fall war jedoch auch die absolute Menge des Rohproteïns in dem Weidefutter eine größere, als in dem gemähten Futter, obgleich die gesamte Trockensubstanz in dem ersteren weit geringer ausfiel, als in dem letzteren. Ein Futterfeld, welches durch Aussaat von 2 kg Rotklee, 2 kg Wundklee und 4 kg Grassamen hergestellt worden war, lieferte im ersten Nutzungsjahr, indem man die Weidezeit vom 24. April bis zum 10. Oktober durch 14 maliges Abzwicken der jungen Pflanzentriebe nachahmte, gegenüber einer anderen Fläche desselben Feldes, auf welcher das Futter zweimal gemäht und darauf bis zum 10. Oktober mehrmals abgerupft wurde (als Ersatz der nach dem Mähen noch zu gewinnenden Nachweide), pro Morgen in Kilo:

	In der Ernte.			Wirklich verdaut.		
	Trockensubstanz.	Rohprotein.	Nfr. Substanz.	Trockensubstanz.	Rohprotein.	Nfr. Substanz.
14 mal gerupft	1062	288	679	729	225	504
2 mal gemäht ꝛc.	1696	243	1348	1008	154	854

Hiernach kann es nicht zweifelhaft sein, daß, wenn es sich um die Produktion eines besonders nährkräftigen Futters handelt, man dasselbe in einem noch jugendlichen Zustand der Pflanzen ernten muß. Auch scheint eine natürliche Grasfläche oder ein vorherrschend mit guten Gräsern angesäetes Ackerfeld als Weide einen höheren Nutzen gewähren zu müssen, als wenn man das Futter in gewöhnlicher Weise abmäht und zu Heu macht; dagegen wird bei reinem Klee und selbst bei Kleegras die Weidenutzung durch bessere Qualität des Futters viel-

leicht nicht immer die größere Quantität des Mähefutters zu ersetzen vermögen. Indes kann die ganze Frage, ob Abweiden oder Abmähen der betreffenden Futterfläche, ob Weidegang oder volle Stallfütterung vorzuziehen sei, nur unter Beachtung der jedesmaligen praktischen Verhältnisse entschieden werden, auf deren Erörterung wir hier nicht eingehen können.

In den frühen Vegetationsperioden der Pflanzen ist der Amidgehalt in der Trockensubstanz der letzteren meistens absolut und relativ größer, als zur Zeit der Blüte, in dem Weidefutter oft doppelt und selbst dreimal so groß als in dem gewöhnlichen Heu. Aber trotzdem ist in dem ersteren fast immer auch mehr an eigentlicher verdaulicher Eiweißsubstanz vorhanden als in dem letzteren. Dies ergab sich z. B. in Versuchen, welche man in Hohenheim ausführte und wobei das Futter stets von derselben Wiese, aber in zwei Jahrgängen und jedesmal zu drei verschiedenen Zeiten, also in einem früheren und späteren Stadium der Vegetation geschnitten, sorgfältig getrocknet und mit Hammeln auf die Verdaulichkeit geprüft worden war. Auf Prozente der wasserfreien Substanz des Futters bezogen fand man:

	1874			1877		
	24. April	13. Mai	10. Juni	14. Mai	9. Juni	26. Juni
Rohprotein . .	25,06	16,31	13,37	18,97	11,16	8,46
„ verdaut	19,83	11,60	9,24	13,90	8,04	4,70
Davon Amid .	5,47	3,10	1,83	6,55	1,78	0,64
„ Eiweiß	14,36	8,50	7,41	7,35	6,23	4,06

Die Menge der Amidverbindungen ist hier einfach aus dem direkt bestimmten Amidstickstoff mit dem Faktor 6,25, also ebenso wie das Rohprotein und das Eiweiß berechnet worden. In dem am 14. Mai 1877 geernteten Wiesenfutter ergab sich für die betreffende Vegetationsperiode ein ungewöhnlich hoher Gehalt an Amidstoffen, was als Ausnahme zu betrachten ist und durch naßkalte Witterung und vorhergehende starke Jauchendüngung bedingt war.

Das beste Wiesenheu wird gewöhnlich von sonnigen Bergwiesen geerntet, wo die Pflanzen zwar nicht hoch wachsen, aber einen um so dichteren Rasen bilden und die Gräser mit nährkräftigen und aromatischen Kräutern vermischt sind. Dies ist in besonders hohem Grade bei dem eigentlichen Alpenheu der Fall, welches daher auch, selbst in verhältnismäßig geringer Quantität verabreicht, für die Milchproduktion und bei Jungvieh oft eine auffallend günstige Wirkung äußert. Der Gehalt an Rohprotein ist ähnlich groß wie bei dem guten Weidefutter, so daß die Menge des von den Tieren wirklich verdauten Rohproteins bis zu 12 und 14 % von der Trockensubstanz des verzehrten Futters ausmachen und dabei ein Nährstoffverhältnis

= 1 : 4 sich herausstellen kann. Ein solches Heu verhält sich in der That wie ein konzentriertes Futter, es ist ein wirkliches Kraftfutter. Jedoch ist die günstige Wirkung nicht immer durch einen besonders hohen Proteïngehalt bedingt, wie die von Kramer und E. Schulze ausgeführten Analysen von 5 Sorten Heu aus den Hochalpen Tirols und der Schweiz beweisen, die auf gleichen Feuchtigkeitsgehalt (14,59 %) berechnet, nach Mittel und Schwankungen ergaben:

	Protein.	Rohfaser.	Rohfett.	Extraktstoffe.	Asche.
Mittel . .	10,94	18,37	3,81	45,30	6,99
Schwankungen	10,3—11,8	16,7—20,2	3,3—4,9	43,5—46,6	4,8—8,6

Es wird hier hauptsächlich durch den relativ geringen Rohfasergehalt und den hohen Gehalt an Fettsubstanz die Güte und Leichtverdaulichkeit des Futters angedeutet. Die Menge der Phosphorsäure war in diesen Heusorten sehr wechselnd und betrug 3,71 bis 9,03 % der Gesamtasche. Noch mehr oftmals, als durch die chemische Zusammensetzung scheint der Wert des Heues nach praktischer Schätzung durch zarte und feinstenglige Beschaffenheit und namentlich auch durch Aroma oder Schmackhaftigkeit bedingt zu sein, was z. B. nach A. Mayer bei einigen Untersuchungen von holländischen Heusorten deutlich sich ergab. Man muß auf das Mengenverhältnis der etwa vorhandenen sogenannten sauren Gräser zu den Süßgräsern achten und überhaupt durch eine sorgfältige botanische Untersuchung zu ermitteln suchen, ob vielleicht Gräser und Kräuter vorkommen, welche für die Tiere unschmackhaft sind oder sogar schädliche Stoffe enthalten. So soll z. B. der Schachtelhalm den Pferden zusagen, dagegen für Rindvieh und speziell für Milchkühe nachteilige Wirkungen äußern.

Zu den vorzüglichen oder doch sehr guten Heusorten ist nach Zusammensetzung und Leichtverdaulichkeit auch das Wiesengrummet zu rechnen, nämlich dann, wenn dasselbe bei durchaus günstiger Witterung getrocknet und unter Dach gebracht worden ist. Nur dadurch, daß es an Schmackhaftigkeit und aromatischem Geruch dem guten Heu gewöhnlich nachsteht, wird der Wert dieses Futtermittels wiederum vermindert. Ganz besonders aber ist die Güte des Grummets abhängig von der Erntewitterung, und da diese in Süddeutschland, wo die Ernte auch frühzeitiger vorgenommen werden kann, meistens eine günstigere zu sein pflegt, als in Norddeutschland, so wird auch dort gewöhnlich die Nachmahd von den Wiesen höher geschätzt als hier. Wie sehr aber das Heu bei nasser Witterung eine Verschlechterung erleiden muß, ergiebt sich schon aus der Thatsache, daß dasselbe durch einfaches Auslaugen mit kaltem Wasser mehr als 20 % von dem Gewicht seiner Trockensubstanz verliert. In Tharand untersuchte Stöckhardt zwei

Heuproben, welche von einer und derſelben Wieſe ſtammten und zu gleicher Zeit gemäht worden waren; die eine Probe aber war innerhalb 3 Tagen getrocknet und aufs beſte eingebracht, während die andere 13 Tage lang bei abwechſelnd naſſem und trockenem Wetter im Freien hatte liegen müſſen, bevor ſie eingefahren werden konnte. Die Analyſe ergab, daß das beregnete Heu 12,5 % vom Gewicht der Geſamt-Trockenſubſtanz verloren hatte, und daß dieſer Verluſt wenigſtens einem Viertel des urſprünglichen Nährwertes entſprach, da er ausſchließlich aus leicht löslichen, alſo vorzugsweiſe wirkſamen Nährſtoffen beſtand (2,1 Teile Eiweißſubſtanz und 10,4 Teile ſtickſtofffreie Nährſtoffe nebſt Mineralſalzen). Märcker berechnete ferner auf Grund der chemiſchen Unterſuchung in zwei Fällen den Verluſt des Wieſenheues an Trockenſubſtanz durch ſtarkes und anhaltendes Beregnen zu 18,4 und 17,6 %. Das Grummet aber iſt einem derartigen Verluſte noch weit mehr ausgeſetzt als das Wieſenheu, weil es an ſich eine größere Menge von leicht löslichen Beſtandteilen enthält, außerdem wegen ſeiner feinſtengeligen und weichen Beſchaffenheit leichter durchnäßt wird, dagegen ſchwieriger trocknet und um ſo eher in Gärung und Fäulnis übergeht. Unter ſolchen Umſtänden iſt es nicht zu verwundern, daß das Grummet zuweilen ganz verdirbt, mit Schimmelpilzen ſich überzieht, dadurch den Tieren widerlich und ſogar ihrer Geſundheit nachteilig wird, während es bei durchaus günſtiger Witterung raſch getrocknet und eingefahren, ein vortreffliches Futter abgiebt.

Bekanntlich hat die natürliche Beſchaffenheit und der Düngungszuſtand des Bodens einen großen Einfluß auf die Güte des geernteten Futters. Auf kräftigem Boden wächſt im allgemeinen ein beſſeres, namentlich ſtickſtoffreicheres Futter, als auf einem armen Boden. Nach Beobachtungen in Tharand enthielt das Heu von einer gedüngten Wieſe 12 %, das Heu von der ungedüngten Wieſe nur 9 % Rohprotein, und noch größere Differenzen ergeben ſich oftmals, wenn man die auf einem und demſelben Felde vorkommenden intenſiv grün gefärbten „fetten“ Pflanzen mit den „mageren“ gelblichgrünen Exemplaren derſelben Art und in gleicher Vegetationsperiode vergleicht. Dies zeigte ſich z. B. bei Unterſuchungen, welche in Möckern von Ritthauſen ausgeführt wurden; die fetten Pflanzen von Hafer, Gerſte, Weizen und Roggen enthielten zur Zeit des Schoſſens und der anfangenden Blüte in der Trockenſubſtanz 16,4 %, die mageren dagegen nur 10,4 % Rohprotein. Von Intereſſe ſind auch die Analyſen, welche in Proskau vorgenommen und von Weiske veröffentlicht wurden. Das betreffende Futter war auf einem ſchweren Thonboden gewachſen und beſtand neben einer geringen Beimengung von Rotklee zum größten Teile aus Thimotheegras. Die eine Heuprobe ſtammte von Stellen des Feldes,

welche in gewöhnlichem Düngungszustand sich befanden, die andere Probe war sogenannten Geilstellen desselben Feldes entnommen, wo nämlich durch den Urin der Weidetiere ein besonders üppiger Pflanzenwuchs veranlaßt worden war. Man fand in Prozenten der Trockensubstanz:

	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Nfr. Extraktstoffe.	Asche.
Gewöhnlich gedüngt	11,0	22,5	4,2	56,3	6,0
Stark gedüngt . .	20,3	26,6	4,8	41,3	7,0

Dies sind also sehr beträchtliche Differenzen, namentlich im Gehalt an Rohproteïn und an stickstofffreien Extraktstoffen. Es ist bemerkenswert, daß bei sehr gesteigertem Stickstoffgehalt in den stark gedüngten Pflanzen auch die prozentige Menge der Rohfaser nicht unbedeutend zugenommen hat, wodurch möglicherweise eine relativ geringere Verdaulichkeit des Rohproteïns bedingt worden ist. Nach praktischer Erfahrung ist ein sehr üppig gewachsenes Futter, wie es auf stark gedüngtem Boden, namentlich aber auf Wässerungswiesen, an schattigen Orten oder in nassen Jahrgängen vorkommt, auch bei reichlichem Gehalt an Rohproteïn doch keineswegs besonders nährkräftig. Es kann dieses im Zusammenhang stehen mit dem großen Volumen eines solchen Futters, mit seiner grobfaserigen Beschaffenheit und verhältnismäßig geringen Schmackhaftigkeit; besonders aber möchte der unter solchen Umständen gewiß sehr gesteigerte Amidgehalt in Betracht kommen und es ist wichtig, hierüber nähere Untersuchungen und zugleich auch direkte Verdauungsversuche anzustellen, welche bis jetzt noch fehlen.

Schließlich mögen noch die Veränderungen Erwähnung finden, welche das Heu manchmal durch Selbsterhitzung erleidet, wenn es in einem nicht ganz lufttrockenen Zustande in großen Feimen zusammengepackt worden ist. Ein solches „Brennheu" wurde von E. Mach und Portele in St. Michele (Südtirol) untersucht. Das Heu war vom 19. Juni bis 16. Juli in eine große Feime (von 850 cbm Inhalt) eingebracht und zeigte bis Ende August eine so starke Erhitzung, daß eine Selbstentzündung befürchtet wurde. Bei der Untersuchung fand man die oberste Schicht noch grün und unverändert, die tiefer gelegene Masse zuerst schwach und dann stark gebräunt und auf dem Boden der Feime förmliche Heukohle. Die 3 ersteren Heusorten enthielten in Prozenten der Trockensubstanz:

	Asche.	Rohprotein.	Rohfett.	Rohfaser.	Nfr. Extraktstoffe.	Organ. Substanz i. Summa
1. Unzersetzt . .	5,69	12,05	3,67	27,77	50,82	94,31
2. Schwach gebräunt	7,04	11,23	4,02	24,06	53,65	92,96
3. Stark gebräunt .	7,93	11,51	4,05	25,03	51,48	92,07

Auf gleiche Aschenmenge berechnet lieferten 100 Teile Trockensubstanz vom grünen Heu:

2. . .	5,69	9,07	3,25	19,44	43,33	80,82
3. . .	5,69	8,54	2,92	17,97	36,63	71,75

Die Verluste betrugen in Prozenten der gleichnamigen Substanz:

2. . .	0	24,64	11,45	29,77	14,66	19,18
3. . .	0	29,01	20,80	35,33	27,30	28,25

Von der Rohfaser ist hiernach verhältnismäßig am meisten, von dem Rohfett oder vielmehr Ätherextrakt anscheinend am wenigsten verschwunden; Rohprotein und stickstofffreie Extraktstoffe sind in ziemlich gleichem Verhältnis an dem Verluste beteiligt.

2. Grünfutter und Heu von Rotklee. Aus den Tabellen im Anhang ersieht man, daß bei dem Kleeheu, ähnlich wie bei dem Wiesenheu, mit der größeren Proteïnmenge auch Rohfett und Aschengehalt zunehmen, die Rohfaser dagegen abnimmt und der Prozentgehalt an stickstofffreien Extraktstoffen ziemlich unverändert bleibt, oder ein wenig sich vermindert. Bei dem Kleeheu bewegen sich die Schwankungen für die Proteïnsubstanz zwischen 12 und 18%, für die Rohfaser zwischen 25 und 39% der Trockensubstanz; natürlich muß man hierbei den ganz jungen Klee (Weideklee) ausnehmen, dessen Trockensubstanz bis zu 30% Rohprotein und kaum 18% Rohfaser enthalten kann.

Während die Verdaulichkeit des Rohproteïns im Kleeheu ganz ebenso wie im Wiesenheu mit höherem Stickstoff- und geringerem Rohfasergehalt des Futtermittels zunimmt, ist es dagegen charakteristisch für das Kleeheu, daß die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe in den einzelnen Sorten von Rotkleeheu weniger großen Schwankungen unterliegt als die der Rohfaser. Es ist dies das umgekehrte Verhalten von dem, was man bei dem Wiesenheu beobachtet. Auch ist zu bemerken, daß die stickstofffreien Extraktstoffe und die Fettsubstanzen im Kleeheu meistens leichter verdaulich sind, die Rohfaser dagegen entschieden weniger vollständig verdaut wird als im Wiesenheu. Man erkennt dieses besonders deutlich, wenn man die Verdauungs-Koëffizienten für die weniger guten und mittleren Sorten beider Futtermittel mit einander vergleicht. Die im einzelnen beobachteten Schwankungen des Verdauungs-Koëffizienten des Rohproteïns sind bei dem Kleeheu ebenso groß wie bei dem Wiesenheu; dieselben gehen von 43 bis zu 76. Für die Rohfaser sind die Schwankungen 39 bis 60, für die stickstofffreien Extraktstoffe 58 bis 83.

Die in der Praxis als Winterfutter vorkommenden Sorten von

Rotkleeheu sind meistens von der Art, daß sie den in der Tabelle als „weniger gut“ oder höchstens als „mittel“ zu bezeichnenden Sorten zugerechnet werden müssen. Oft werden sie prozentig nicht mehr an verdaulichem Protein enthalten als Wiesenheu mittlerer Güte, und die Menge der stickstofffreien Nährstoffe sogar eine geringere sein. Die Ursache hiervon ist zunächst, daß der Rotklee gewöhnlich in voller Blüte geschnitten und zu Heu gemacht wird, in einem Zustand, in welchem er als Grünfutter bei ausschließlicher Verabreichung den Tieren nicht mehr zusagt und eine geringere Nährwirkung zeigt. Die Nährkraft des Futters wird aber noch mehr vermindert, indem beim Trocknen die Blätter und sonstigen zarten Teile der Pflanzen zerbröckeln und abfallen, so daß schließlich im fertigen Heu oft nur die gröberen und kahlen Stengel übrig geblieben sind. Was bei der Ernte an zarten Teilen noch erhalten bleibt, geht vollends leicht bei längerer Aufbewahrung in der Feime oder auf dem Boden verloren. Der betreffende Verlust ist um so bedeutender, als die Blätter des Klees besonders stickstoffreich sind und das darin vorhandene Rohprotein leichter verdaulich sein muß, als das der Kleestengel. Nach einer Beobachtung von Ritthausen enthielten die Blätter in der Trockensubstanz 22,3 % die Stengel dagegen nur 12,0 % Rohprotein, und von der Gesamtmenge des letzteren in der ganzen Pflanze kam auf die Blätter allein mehr als die Hälfte.

Eine weitere Verschlechterung des Kleeheus muß natürlich eintreten, wenn die Bereitung desselben bei ungünstiger Witterung erfolgt. Der Klee ist noch mehr der Gefahr des Auswaschens ausgesetzt, als das gewöhnliche Wiesenheu; man kann bei dem ersteren schon mit kaltem Wasser 25 bis 40 % der Trockensubstanz ausziehen. Außerdem trocknet der Klee langsamer als das Wiesengras, er kann also um so eher durch die Ungunst der Witterung beträchtlichen Schaden leiden. Dies beobachtete Ritthausen in Möckern, indem er zwei Kleeheuproben, beide im Beginn der Blütezeit auf einem und demselben Feld geschnitten, untersuchte, von denen die eine ohne allen wesentlichen Verlust rasch getrocknet, die andere aber auf sogenannten Kleereitern 14 Tage lang fast täglich von starken Regengüssen durchnäßt und ausgelaugt worden war; gleichwohl hatte auch die letztere Probe nach schließlichem Trocknen anscheinend eine leidliche Beschaffenheit und konnte immer noch als Futter benutzt werden. Die Untersuchung aber ergab, daß von der ursprünglich vorhandenen Trockensubstanz 3,8 % Eiweiß, 20,6 % stickstofffreie Extraktstoffe und 3,0 % Aschenbestandteile, im ganzen also 27,4 % durch Gärung und Auslaugen verloren gegangen waren. Die prozentige Zusammensetzung der beiderlei Kleesorten, auf lufttrockenen Zustand (mit 16,0 % Feuchtigkeit) berechnet, war folgende:

	Waſſer.	Rohprotein.	Rohfaſer.	Nfr. Extraktſtoffe und Fett.	Aſche.
Nicht beregnet	16,0	14,6	25,3	36,1	8,0
Beregnet	16,0	15,8	37,4	23,4	7,5

Wie man ſieht, iſt das beregnete Kleeheu trotz der ſtattgefundenen ſtarken Auslaugung prozentig reicher an Rohproteïn, als das gut eingebrachte Heu. Dies ſtimmt überein mit anderweitigen Beobachtungen, z. B. in Proskau, nach welchen bei dem Auswaſchen kleeartiger Pflanzen verhältnismäßig mehr ſtickſtofffreie als ſtickſtoffhaltige Nährſtoffe entfernt werden, und es erklärt ſich daraus, daß in der Praxis nicht ſelten ein Kleeheu vorkommt, welches, ungeachtet es ziemlich viel Rohproteïn enthält, dennoch zu den allerſchlechteſten Sorten gehört, weil es bei großer Rohfaſermenge und geringem Gehalt an ſtickſtofffreien Extraktſtoffen zugleich ſehr grobfaſerig und ſchwerverdaulich iſt.

Aus dem Vorſtehenden ergiebt ſich wohl mit genügender Klarheit, daß die in neuerer Zeit mehrfach empfohlene Umwandlung der ganzen Maſſe des produzierten Grünklees in Dürrheu, wenigſtens in größeren Wirtſchaften, niemals Anklang und Eingang finden wird. Es ſind damit viel zu große Gefahren und unvermeidliche Verluſte verbunden, welche die etwaigen Vorteile, die durch Futtererſparnis und rationellere Futtermiſchung bewirkt werden können, weit überwiegen. Auch iſt es wichtig, den Grünklee in den verſchiedenen Vegetationsperioden zur Verfütterung zu bringen, da namentlich der ganz junge Klee eine vorzügliche Nährwirkung ausübt und dadurch oft reichlich erſetzt, was ihm an Maſſe abgeht. In Hohenheim fand man den Proteïngehalt der Trockenſubſtanz des Rotklees in den verſchiedenen Entwickelungsſtadien desſelben, zu Anfang Mai, ferner am 13. Juni, 23. Juni und 20. Juli beziehungsweiſe zu 23,3, 16,6, 13,4 und 11,4 %; ähnlich G. Kühn in Möckern am 20. Mai, 7. Juni und 20. Juni zu 19,6, 16,3 und 13,2 %. Daß aber mit dem abnehmenden Stickſtoffgehalt im heranwachſenden Rotklee meiſtens auch die Verdaulichkeit des Rohproteïns, ſowie der geſamten organiſchen Subſtanz bedeutend ſich vermindert, iſt ſchon erwähnt worden. Auch wenn die prozentige Zuſammenſetzung in der Trockenſubſtanz der Kleepflanze mit dem Fortſchreiten der Vegetation manchmal ſich nicht weſentlich verändert, zeigt ſich gleichwohl eine raſche und beträchtliche Abnahme in der Verdaulichkeit des Futters, zunächſt bezüglich des Rohproteïns und der Rohfaſer. Dies ergiebt ſich z. B. aus den Verſuchsreſultaten, welche man in Hohenheim bei der Verfütterung von Grünklee in vier verſchiedenen Vegetationsſtadien an Hammel erzielte (ſ. S. 91 und Tabelle II im Anhang.)

Das in Tabelle I (Anhang) als „vorzüglich“ bezeichnete Kleeheu wird im allgemeinen dem Grünfutter von Rotklee entſprechen,

welches zur Verfütterung gelangt, ſobald die grünen Blütenknoſpen ſich zu zeigen anfangen, das „ſehr gute“ Kleeheu iſt analog dem Grünklee zur Zeit der beginnenden Blüte, das Kleeheu „mittlerer“ Beſchaffenheit iſt ein Futter, welches bei voller Blüte der Pflanze gemäht und unter günſtigen Witterungsverhältniſſen geerntet worden iſt, während die meiſten als Winterfutter benutzten Sorten von Kleeheu wohl den „weniger guten“ zu vergleichen ſind und häufig nur 12 bis 13 % Rohproteïn, dagegen 33 % und darüber an Rohfaſer in der Trockenſubſtanz enthalten. Wenn man den Grünklee, wie in manchen Gegenden üblich iſt, ſehr frühzeitig zu ſchneiden anfängt, ſobald er nur mit der Sichel gefaßt werden kann, ſo muß man in der Trockenſubſtanz dieſes Futters wenigſtens 20 % Rohproteïn annehmen und letzterem einen Verdauungs-Koëffizienten von etwa 75 beilegen, ſowie auch für die übrigen Beſtandteile die Verdauungs-Koëffizienten entſprechend erhöhen.

Durch Umwandlung von Rotklee, Luzerne und anderen Grünfutterarten in Braunheu und Sauerheu erhält man ein ſchmackhaftes, dem Vieh zuſagendes Futter, vorausgeſetzt, daß dabei alle erforderlichen Vorſichtsmaßregeln beobachtet werden und weder eine Verkohlung, noch ein Verſchimmeln der Maſſe eintritt. Um die Veränderungen zu verdeutlichen, welche bei dieſer Art von Zubereitung des Futters ſtattfinden, teile ich hier einige in Proskau von Weiske ausgeführte Unterſuchungen mit, denen ich bezüglich des Sauerheues aus Rotklee (in angehender Blüte) die in Pommritz von Heiden vorgenommenen Analyſen beifüge, ſämtlich der beſſeren Überſicht wegen, auf Prozente der waſſerfreien Subſtanz berechnet:

	Braunheu			Luzerne	
	vom Außenrand (faſt unveränd.).	zwiſchen Mitte u. Außenrand.	v. d. Mitte d. Haufens.	als Dürrheu.	als Braunheu.
Rohproteïn	12,8	15,3	15,5	18,4	22,4
Rohfett	3,2	3,9	7,2	2,3	2,7
Rohfaſer	26,2	27,0	28,9	34,0	37,0
Extraktſtoffe	47,6	42,6	37,2	38,0	29,6
Aſche	10,2	10,2	11,2	7,3	8,3

	Eſparſette.		Rotklee.	
	Dürrheu.	Sauerheu.	friſch getr.	Sauerheu.
Rohproteïn	18,6	20,4	20,0	22,1
Rohfett	2,9	6,0	5,3	9,8
Rohfaſer	33,9	35,2	25,7	27,8
Extraktſtoffe	37,9	30,9	40,5	28,7
Aſche	6,7	7,5	8,5	11,6

Die Veränderungen infolge der betreffenden Zubereitung verlaufen im allgemeinen in derſelben Richtung, wie diejenigen, welche das Futter

durch ſtarkes Beregnen und Auswaſchen erleidet, d. h. der prozentige Gehalt an Proteïnſubſtanz, Rohfett und Rohfaſer nimmt zu, die Menge der ſtickſtofffreien Extraktſtoffe ab; die quantitativen Verhältniſſe aber ſind hierbei weſentlich verſchieden. Man bemerkt zunächſt, daß im Braunheu und noch mehr im Sauerheu die Menge des Rohfettes oder Ätherextraktes auffallend geſteigert iſt. Es läßt ſich nicht wohl annehmen, daß eine Neubildung von Fett in irgend beträchtlichem Grade ſtattgefunden hätte, ſondern es ſind allerlei Umwandlungsprodukte hauptſächlich der ſtickſtofffreien Extraktſtoffe, welche wie namentlich die Milchſäure in Äther auflöslich ſind und daher nur anſcheinend die Menge des Fettes vermehren. Dies wurde auch in Hohenheim bei der vergleichenden Unterſuchung von eingeſäuerten und nicht eingeſäuerten Runkelblättern der gleichen Ernte direkt beſtätigt. Die Abnahme ferner der ſtickſtofffreien Extraktſtoffe im Braun- und Sauerheu iſt oft eine ebenſo große wie im mehrfach beregneten Kleeheu, aber die prozentige Zunahme der Rohfaſer in den erſtgenannten Futterarten iſt dem nicht entſprechend, ſondern eine verhältnismäßig geringe (ſ. a. S. 112); es ſcheint daher bei längerem Lagern von Braunheu und Sauerheu auch die Rohfaſer, wenigſtens teilweiſe eine Veränderung zu erleiden, nämlich leichter löslich zu werden und überhaupt im ganzen Futter ein Zuſtand einzutreten, wodurch es in geringerem Grade an Verdaulichkeit verliert, als es bei dem beregneten Kleeheu oftmals der Fall iſt. Solches zeigte ſich auch in Fütterungsverſuchen mit Hammeln, welche in Proskau von Weiske ausgeführt wurden, jedoch nur bezüglich des Braunheus und namentlich der darin enthaltenen Rohfaſer. Außerdem iſt zu beachten, daß das Futter, welches beim Trocknen infolge ungünſtiger Erntewitterung bedeutend an Schmackhaftigkeit verliert, durch die ſorgfältige Umwandlung in Braun- und Sauerheu den Tieren angenehmer wird und bei der Winterfütterung gleichſam als Gewürz, als gedeihlicher Zuſatz zu einem ſonſt weniger ſchmackhaften Futter dienen kann. Da endlich bei dieſer Art der Heugewinnung die Ungunſt der Witterung nicht ſtörend einwirkt, ſo begreift man leicht, daß man davon oft große Vorteile erzielt, obgleich unleugbar ein Verluſt an Subſtanz ſtattfindet und auch die an ſich vorhandene Verdaulichkeit des Futters dadurch gewöhnlich nicht erhöht, eher vermindert wird. In dieſer Hinſicht laſſen die großen Differenzen, welche in den Proskauer Verſuchen für die Verdaulichkeit von Braunheu und Sauerheu der Eſparſette zu ungunſten des letztern (ſ. Tabelle II) ſich ergeben haben, weitere Unterſuchungen und Verſuche wünſchenswert erſcheinen.

Das Sauerfutter iſt in neueſter Zeit, wenn auch nur ſelten in direkten Fütterungsverſuchen auf ſeine Verdaulichkeit und Nährwirkung, ſo doch mehrfach auf die chemiſche Beſchaffenheit ſorgfältig geprüft

worden, insbesondere auf den Versuchsstationen in Proskau und Breslau (Sauerfutter von Lupinen, Luzerne und Grünmais), ferner in Bonn (schwed. Klee), sowie in Münster und in Halle (Grünmais), wozu noch Untersuchungen von eingesäuerten Diffusionsschnitzeln (s. diese), Kartoffeln ꝛc. hinzukommen. Die Art und Höhe der Veränderungen, welche das betreffende Grünfutter infolge des Einsäuerns erleidet, erkennt man besonders deutlich aus den Zahlen, welche Stutzer in Bonn bei schwedischem Klee ermittelt hat. Das untersuchte Material stammte von einem Gute, wo man in einer gemauerten Grube am 28. Juni 525 kg (mit 29,3 % Trockensubstanz) Grünklee fest eingestampft und davon am 8. November nach Verlauf von 128 Tagen an Sauerfutter 495 kg (mit 24,6 % Trockensubstanz) erhalten hatte. Man fand hierbei bezüglich der Gesamt-Trockensubstanz und der einzelnen Bestandteile (Eiweiß leicht verdaulich, Nukleïn nicht verdaulich):

	Trockensubstanz.	Rohprotein: Eiweiß.	Rohprotein: Nuklein.	Rohprotein: Amid.	Rohfett.	Rohfaser.	N fr. Extraktstoffe: leicht lösl.	N fr. Extraktstoffe: schwer lösl.
Frisch . kg	153,8	7,8	7,2	5,5	6,2	35,5	11,1	69,5
Gesäuert kg	121,9	4,2	6,8	5,2	9,0	33,3	—	50,6
Verlust kg	31,9	3,6	0,4	0,3	+2,8	2,2	11,1	18,9
Desgl. in %	20,8	45,8	5,7	5,3	+46,0	6,2	100	27,2

Der Verlust an Rohproteïn im ganzen betrug 20,5 %, an stickstofffreien Extraktstoffen 37,3 %. Man sieht, daß der Verlust weitaus am größten ist bei dem verdaulichen Eiweiß und den leichtlöslichen stickstofffreien Nährstoffen (Zucker, Gummi ꝛc.); es mußte daher infolge des Einsäuerns nicht allein die Gesamtmenge der Trockensubstanz, sondern auch die Verdaulichkeit und Nährkraft im Rückstande gegenüber dem ursprünglichen Grünfutter vermindert sein. Ganz ähnliche Erscheinungen wurden auch anderswo beobachtet; so ergab sich in Breslau, daß das nach Goffart'scher Methode im Verlaufe von etwa 4 Monaten bereitete Sauerfutter von Lupinen, Luzerne und Grünmais bezüglich der eigentlichen Eiweißstoffe nahe übereinstimmend einen Verlust von 60 %, bezüglich der Amidstoffe von nur 10 % erlitten hatte. In Münster fanden J. König und C. Böhmer, daß, während die Menge der wirklichen Eiweißsubstanz in dem frischen Grünmais 80,7 % von dem gesamten Rohproteïn betrug, dieser Prozentsatz in dem 7 Monate alten Sauerfutter bis auf 53,6 % gesunken war; ebenso waren nach Beobachtungen von Märcker in Halle 71,3 % des Rohproteïns im Grünmais wirkliches Eiweiß, im Sauermais dagegen nur 50,6 %. Hiernach also erscheinen die Amidstoffe bei dem Einsäuern des Grünfutters wesentlich beständiger, als das eigentliche Eiweiß; es ist jedoch zu be-

achten, daß das letztere leicht wieder einer Rückbildung in Amid unterliegt und daß daher ein großer Teil der im Sauerfutter gefundenen Amidkörper von dieser Umwandlung herrührt. Die neueren Untersuchungen bestätigen ferner die schon früher ermittelte Thatsache, daß die Menge des Ätherextraktes oder Rohfettes in dem Sauerfutter oft sehr bedeutend vermehrt ist; dies zeigte sich besonders auffallend bei den in Breslau von Weiske und B. Schulze ausgeführten Untersuchungen, indem der Gehalt der Trockensubstanz des Sauerfutters daran bei Lupinen von 4,5 bis auf 13,5 %, bei Sauermais von 2,1 bis auf 13,4 % und bei eingesäuerter Luzerne von 4,4 bis 8,8 % gestiegen war. Es war dies hauptsächlich bedingt durch die reichliche Bildung von Milchsäure und Buttersäure, wovon in dem Sauerfutter der Lupinen beziehungsweise 2,38 und 3,58, zusammen 5,96 % und in dem Sauermais sogar 3,47 und 7,45, zusammen 10,92 % der Trockensubstanz gefunden wurden.

Der absolute Verlust an organischer Substanz ist je nach der Dauer des Einsäuerns und nach der dabei befolgten Methode sehr verschieden. Die Masse oder das Gewicht des Futters ist nicht immer maßgebend; während z. B. in Münster bei dem Einsäuern einer kleinen Quantität von 7 Ctrn. Grünmais im Verlaufe von 4 und selbst von 7 Monaten ein Verlust von nur 10 % der Gesamt-Trockensubstanz beobachtet wurde, betrug derselbe in Breslau, wo ebenfalls nur wenig, nämlich jedesmal 2 bis $2^1/_2$ Ctr. Grünmais zu den Versuchen benutzt wurden, 25,7 bis 36,5 % bei 4monatlichem Einsäuern und in Halle, bei Anwendung von 1712,5 Ctrn. Grünmais im Verlaufe von 6—7 Monaten 23,4 %. Im großen Durchschnitt der Verhältnisse und bei sorgfältiger Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln, wozu vorzugsweise ein recht festes Einstampfen des auf der Häckselbank hinreichend fein zerschnittenen Grünfutters und ein vollständiger Abschluß der atmosphärischen Luft gehört, kann man annehmen, daß die Futtermasse im Verlaufe von 6 Monaten (von Mitte des Sommers bis gegen Ende des Jahres) 15 bis 20 % der Gesamt-Trockensubstanz durch Zersetzung der organischen Stoffe, hauptsächlich der leicht löslichen Kohlehydrate und nächstdem der verdaulichen Eiweißkörper verliert.

Hiermit stimmen auch die Resultate von neuen Versuchen, welche in Breslau von B. Schulze mit Einsäuerung von Grünmais (in 1,5 cm lange Stücke zerschnitten) nach größerem Maßstabe als früher ausgeführt wurden. Das betreffende Quantum war nach Goffart's Methode in einen Raum eingestampft, welcher eine besondere, durch Bretter abgegrenzte Abteilung eines großen, ebenfalls mit Sauerfutter angefüllten Silo's (von 360 cbm Inhalt) bildete. Das Futter wurde frisch (Anfang Oktober) und nach 5monatlichem Einsäuern untersucht;

es war im letzteren Zustande gut erhalten, von strohgelber Farbe und hatte einen angenehm säuerlichen Geruch. Man fand hierbei:

	Trocken-substanz. %	In Prozenten der Trockensubstanz. Rohprotein. Eiweiß.	Nichteiweiß.	Roh-fett.	Roh-faser.	Nfr. Extraktstoffe.
Frisch . . .	16,83	5,13	2,62	1,85	35,95	46,22
Gesäuert . .	15,63	3,69	3,76	7,68	32,05	43,39
ferner dem Gewichte nach in kg:						
Frisch . . .	1094,1	56,1	28,3	20,2	393,3	505,7
Gesäuert . .	885,4	32,6	33,3	68,0	310,4	384,2
Verlust in kg.	208,7	24,5	+ 5,0	+ 47,8	82,9	121,5
Desgl. in %	19,1	41,8	+ 17,7	+ 236,0	21,1	24,0

Es ergab sich hierbei, daß die Verluste in den ersten 2—6 Monaten nach dem Einfüllen in die Gruben am größten sind, später aber ein gewisser Stillstand eintritt und alsdann die Zersetzung der organischen Substanz nur sehr langsam weiter vorschreitet. O. Kellner in Japan beobachtete bei dem Einsäuern von Runkel- und Rettigblättern, sowie von Weißklee in den Ecken und an den Seitenwandungen einer großen Grube weit geringere Verluste an Trockensubstanz als in der Mitte und er empfiehlt, den gemauerten Silo's eine große Wandfläche zu geben, d. h. dieselben schmal und tief zu machen, weil die chemischen Veränderungen im Futter weniger intensiv verlaufen, wenn man dafür Sorge trägt, daß die in infolge der beginnenden Gärung auftretende Wärme möglichst rasch und vollständig abgeleitet wird. Der Verlust ist ferner bei dem Einsäuern sehr großer Massen von Futter nicht sehr bedeutend; wenigstens zeigte sich dies in Versuchen von Lawes und Gilbert in Rothamstead, indem 2643 Ctr. Rotklee im Verlaufe von 5—6 Monaten nur 5,1 % an Trockensubstanz (8,2 % des ursprünglich vorhandenen Rohproteïns und 2,8 % der stickstofffreien organischen Stoffe), sowie in einem anderen Versuch (1850 Ctr. Wiesengras und Klee) 9,7 % der Trockensubstanz (7,8 % des Rohproteïns und 10,7 % der stickstofffreien Substanz) verloren.

In neuester Zeit ist die Bereitung von sog. Süßfutter oder Ensilage (nach der Methode des Engländers George Fry) vielfach empfohlen worden und hat auch in Deutschland Anklang gefunden. Man läßt das Grünfutter etwas abwelken, bis es 30—33 % Trockensubstanz enthält und preßt es dann in Silo's unter starker Belastung (50 kg pro Quadratfuß) oder über der Erde durch kräftiges Anziehen der Schrauben (in der Johnson'schen Presse) zusammen. Hierbei erhitzt sich das Futter rasch und es ist wichtig, daß die Temperatur bis auf 50—60 ° C. steigt, indem dadurch bewirkt wird, daß wohl Milch-

säure, aber nur wenig von den übelriechenden flüchtigen Fettsäuren (Buttersäure ꝛc.) sich bildet und außerdem die Zersetzung, also der Verlust an organischer Substanz meistens nicht so bedeutend ist, wie bei der Bereitung des gewöhnlichen Sauerfutters, welches sonst dem Süßfutter (Süßheu, Preßheu) ähnlich ist und auch immer entsteht, wenn die Temperatur durch Selbsterhitzung nicht wenigstens 50 ° C. erreicht. In einer Probe von sehr gut geratenem Süßfutter von Klee, sowie in einer Probe von gewöhnlichem Kleeheu, welches zu gleicher Zeit auf demselben Felde geerntet worden war, fand Stutzer in Bonn in Prozenten der Trockensubstanz (frisch etwa 70 % Wasser):

	Roh-protein.	Roh-fett.	Roh-faser.	Nfr. Extraktstoffe.	Mineralstoffe.
Kleeheu	16,07	3,47	35,75	37,74	6,98
Süßheu	18,73	6,50	28,27	38,51	7,79

	In % d. Nfr. Extraktstoffe.	In % des Rohproteins.		
	Zucker.	Amidstoffe.	Eiweiß verdaulich	Eiweiß unverdaulich
Kleeheu	5,38	17,7	51,8	28,5
Süßheu	6,64	43,3	35,9	20,8

Auch bei der Bereitung von Süßheu ergeben sich, je nach dem Gelingen der Operation, mehr oder weniger beträchtliche Verluste an organischer Substanz und immer beobachtet man einen teilweisen Zerfall der verdaulichen Eiweißsubstanz in Amidstoffe; aber es ist sehr bemerkenswert, daß die Säeruug nicht eine so starke ist, namentlich weniger Buttersäure sich bildet, welche oft den Geschmack und die Gedeihlichkeit des Sauerfutters beeinträchtigt, und außerdem findet man, daß von der verdaulichen Eiweißsubstanz gewöhnlich nicht so viel zerstört wird. Von der letzteren Substanz fand Stutzer in dem Sauerfutter von Grünmais äußerst wenig und in dem von Runkelblättern (s. d.) sogar keine Spur. Dagegen war in dem Süßheu aus Lathyrus silvestris (Platterbse), einer ausdauernden Pflanze, welche selbst auf dürrem Boden hohe Erträge liefern soll, der Gehalt an verdaulicher, stickstoffhaltiger Substanz (verdauliches Eiweiß und Amidstoffe) auffallend hoch, betrug nicht weniger als 94 % des gesamten Rohproteïns.

Abgesehen von den mehr oder weniger bedeutenden Verlusten scheint auch die Nährkraft der organischen Substanz bei der Umwandlung eines an sich guten Grünfutters in Sauer- oder Süßheu eine Verminderung zu erleiden. Es ist dies durch die, auch bei der Bereituug von Süßfutter nicht zu vermeidende Zersetzung leicht verdaulicher Kohlehydrate und wohl auch durch den Zerfall von Eiweiß und dessen Umwandlung in Amidstoffe bedingt. Die saure Beschaffen-

heit hat nach den Versuchen von Weiske in Breslau keinen nachteiligen, überhaupt keinen ändernden Einfluß auf die Ausnutzung des Futters. Gleichwohl wird es sich empfehlen, nicht zu große Rationen zu verabreichen und auch das sonstige Futter, namentlich bezüglich seines Gehalts an verdaulichem Eiweiß passend auszuwählen. Das möchte ganz besonders bei der Fütterung der Milchkühe zu beachten sein, während an Zugochsen und Masttiere schon größere Quantitäten ohne Nachteil gefüttert werden können, womit auch die aus der Praxis bisher vorliegenden Erfahrungen (aus England, Holland und Deutschland) im allgemeinen übereinstimmen. Bei einem Versuch von L. Broekema und A. Mayer mit Milchkühen war freilich bei Verabreichung von Sauerfutter aus Gras, gegenüber der Fütterung mit dem aus demselben Gras bereiteten Dürrheu die Menge der produzierten Milch nicht verändert und der Fettgehalt darin sogar erhöht, aber es ergab sich eine auffallend rasche Abnahme im Lebendgewicht, eine starke Abmagerung der Tiere. Kirchner in Halle beobachtete, daß der Geschmack der bei Fütterung von Sauermais produzierten Milch nicht ganz rein und die betreffende Butter in Geschmack, Konsistenz und Haltbarkeit sehr mangelhaft war, während an anderen Orten auch mit Sauermais günstigere Resultate erzielt wurden. Das Einsäuren in Gruben (gemauerten Silo's) und hauptsächlich durch Ensilage über der Erde (mit Hilfe der Johnson'schen oder v. Lippe'schen Presse) ist gewiß für schlechte, unsichere Witterung, zumal im Herbst und für Grünmais oder ähnliche, langsam und schwierig trocknende Futtermittel zu empfehlen; bei hinreichend gutem Wetter aber und für das gewöhnliche Wiesenfutter verdient nach dem Urteil der meisten Landwirte die Bereitung von Dürrheu den Vorzug.

3. Grünfutter und Heu der Luzerne. Diese Futterpflanze ist meistens noch stickstoffreicher als der Rotklee, aber von dem Beginn der Blüte an einer rascheren Verholzung unterworfen. Nach einer in Möckern von G. Kühn vorgenommenen Untersuchung enthielt die Trockensubstanz der Luzerne am 24. April, 22. Mai und 3. Juli an Rohproteïn beziehungsweise 34,4, 26,3 und 17,8 %, und an Rohfaser 22,0, 27,5 und 48,5 %. Man hat also alle Ursache, die Luzerne, soweit sie nicht als Grünfutter Verwendung finden kann, möglichst frühzeitig zu schneiden und zu trocknen. In den bisher ausgeführten Verdauungsversuchen, in welchen man die Luzerne teils als Grünfutter, teils als Heu an Ochsen und an Hammel verfütterte, hat man offenbar ein sehr gutes Futter dieser Art benutzt, und es sind daher die in den Tabellen angegebenen Mittelzahlen verhältnismäßig hohe. Gleichwohl kann man annehmen, daß das Rohproteïn der Luzerne eine größere Verdaulichkeit hat, als das des Rotklees,

selbst bei gleichem Stickstoffgehalt beider Futtermittel; dagegen ist die Rohfaser in der Luzerne weniger verdaulich als im Rotklee, während bezüglich der stickstofffreien Extraktstoffe ziemlich übereinstimmende Verdauungsverhältnisse vorhanden sind und das Rohfett, ähnlich wie im Wiesenheu, sehr schwer verdaulich zu sein scheint. Die Luzerne ist absolut und relativ ein stickstoffreiches Futtermittel, so daß bei deren ausschließlichen Verfütterung, namentlich im grünen Zustand noch leichter eine große Verschwendung von wertvoller Substanz stattfindet, als bei dem Grünklee, was in der Praxis wohl zu beachten ist. Bezüglich der Luzerne ist zum erstenmal, und zwar in Proskau von Weiske, durch direkte Fütterungsversuche mit Hammeln der bestimmte Nachweis geliefert worden, daß das Trocknen bei gewöhnlicher Lufttemperatur, das alleinige Verdunsten des Wassers, die Verdaulichkeitsverhältnisse der festen Bestandteile in keiner Weise verändert; im übrigen aber gilt für die Luzerne ganz dasselbe, was über die möglichen und zum Teil unvermeidlichen Verluste bei der Heubereitung des Rotklees gesagt worden ist. Wenn bei der Ernte ungünstige Witterung eintritt und infolge dessen die Luzerne sehr lange auf dem Felde liegen bleibt, so ist der Verlust an wertvollen Bestandteilen ein besonders großer, wie man aus Untersuchungen ersieht, die in Halle von Märcker ausgeführt wurden. Bei gleichem Wassergehalt (15 %) fand man in der ganz ohne Verluste getrockneten Luzerne (a), ferner nachdem das betreffende Futter beziehungsweise 17 (b) und 25 Tage lang (c) auf dem Felde dem Einfluß von Wind und Wetter ausgesetzt gewesen war:

	Stickstoffsubstanz.	Rohfaser.	Stickstofffr. Nährstoffe.	Mineralstoffe.
a)	14,2	25,5	37,1	8,2
b)	13,6	28,8	35,4	7,2
c)	11,3	34,0	32,6	7,1

Auf Grund des prozentig zunehmenden Rohfasergehaltes berechnet sich in (c) der Verlust an Trockensubstanz auf 25 %; wenn man aber beachtet, daß dieser Verlust vorzugsweise auf die leichtverdaulichen Bestandteile sich bezieht und auch die Schmackhaftigkeit der Luzerne für die Tiere fast ganz verschwindet, so ist die Verminderung des wirklichen Futterwertes im vorliegenden Falle eine noch weit größere. Für die stickstofffreien Nährstoffe allein beträgt der Verlust 34 und für die stickstoffhaltige Substanz sogar 40 % der ursprünglich vorhandenen Menge.

Die große Leichtverdaulichkeit, welche man bereits mehrfach bei direkten Fütterungsversuchen für das Rohprotein in der Luzerne, sowie auch in den Grünwicken und dem Lupinenheu gefunden hat, steht zum Teil im Zusammenhange mit dem relativ hohen Gehalt dieser Futter-

mittel an Amidverbindungen. Der Stickstoff darin betrug kurz vor der Blüte, bei dem Lupinenheu sogar gegen Ende der Blüte, also zu einer Zeit, wo oft die Verfütterung der geernteten Masse stattfindet, ein volles Drittel von dem Gesamtstickstoff, fast doppelt so viel als im gewöhnlichen Wiesenheu vorzukommen pflegt. Ähnlich verhält es sich mit dem Rotklee und überhaupt mit allen Pflanzen, welche zur Zeit der Blüte oder der Ernte noch im lebhaften Wachstum sich befinden, immer noch neue Blätter und Stengel treiben; die organischen Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur sind nämlich in den Knospen und jungen Trieben stets in besonders großer Menge angehäuft.

4. Wickenheu wurde in Hohenheim auf seine Verdaulichkeit geprüft; die in der Tabelle (s. Anhang) angegebenen Zahlen bezeichnen die mittleren Resultate aus sechs Einzelversuchen mit Hammeln. Das verfütterte Wickenheu war allerdings von vorzüglicher Güte, nämlich in kaum beginnender Blüte der Pflanze geschnitten und bei günstiger Witterung getrocknet; es ist daher begreiflich, daß die Verdauungs-Koëffizienten denen des besten Kleeheus ziemlich gleich gefunden wurden, bei dem hohen Gehalt an Rohprotein (23,8 % der Trockensubstanz) für das Wickenheu sogar noch höher ausfielen (= 76). Auch die Futterwicken verholzen mit dem Beginn der Blüte rasch und nehmen daher bei fortschreitender Vegetation bald eine andere Zusammensetzung an; so werden die Grünwicken, welche Weiske in Proskau untersuchte, wohl in voller Blüte sich befunden haben, da sie in der Trockensubstanz 18,3 % Rohprotein und 34,4 % Rohfaser enthielten. In Waldau fand Ritthausen, daß in der Trockensubstanz der Futterwicken vom 23. Mai bis zum 12. Juli, also mit der fortschreitenden Vegetation der Pflanze, der Gehalt an Rohprotein von 25,4 bis auf 13,8 % sich verminderte, während gleichzeitig der Rohfasergehalt von 20,8 bis 39,8 % zunahm. Jedoch wird man den Futterwicken in dem Zustand, in welchem sie gewöhnlich zur Verfütterung gelangen, einen höheren Stickstoffgehalt als dem Rotklee beilegen müssen.

5. Lupinenheu. Die gelbblühenden Lupinen liefern, wenn sie nach eben beendigter Blüte geschnitten sind, die stickstoffreichste von allen bekannten Grün- und Rauhfutterarten; das Lupinenheu, welches Heidepriem auf der Versuchsstation Köthen zu Verdauungsversuchen mit Hammeln benutzte, war zur Zeit der beginnenden Schotenbildung, vielleicht etwas früher als sonst in der Praxis üblich ist, geerntet worden und enthielt in der Trockensubstanz die enorme Menge von 27,8 % Rohprotein. Die Verdaulichkeit des letzteren wurde zu 74 % gefunden, also fast ebenso wie im Wickenheu und in der Luzerne. Auffallend ist der hohe Verdauungs-Koëffizent, welcher für die Rohfaser im Lupinenheu ermittelt wurde, nämlich ebenfalls 74, während derselbe bei dem

ähnlich zusammengesetzten Wickenheu (54) und namentlich bei der Luzerne (38) weit niedriger sich ergab. Es bildet daher auch das Lupinenheu eine Ausnahme von der sonst geltenden Regel, daß die stickstofffreien Extraktstoffe ihrer Menge nach übereinstimmen mit dem von den wiederkäuenden Tieren wirklich verdauten Anteil dieser Stoffe und der Rohfaser zusammengenommen; das betreffende Verhältnis war für das verfütterte Lupinenheu = 100 : 124. Bekanntlich kann das Heu und Grünfutter der Lupinen, ebenso wie der Samen (s. d.) fast nur an Schafe verfüttert werden, da andere landwirtschaftliche Tiere wegen des darin enthaltenen Bitterstoffes dasselbe nur ungern aufnehmen. Der hohe Stickstoffgehalt aber des Lupinenheues läßt dasselbe als ein sehr wertvolles Futtermittel erscheinen, und zwar um so mehr als diese Pflanze hauptsächlich auf einem leichten sandigen Boden gedeiht und somit wesentlich zur Kräftigung des letzteren beitragen kann; jedoch muß es selbst an Schafe mit Vorsicht und nur im Gemenge mit anderweitigen und stickstoffärmeren Futtermitteln verabreicht werden. Übrigens haben sich auch für das Lupinenheu nach neueren Analysen bedeutende Schwankungen in der Zusammensetzung ergeben, je nach den Boden- und Witterungsverhältnissen, unter welchen es gewachsen war; so im Gehalt an Rohprotein von 15 bis 28 und an Rohfaser von 28 bis 40 %. Die oft schädlichen und nicht selten sogar tödlichen Wirkungen (Gelbsucht ꝛc. der Schafe) des verfütterten Lupinenheues scheinen nach Untersuchungen von J. Kühn durch ein eigentümliches Ferment, welches unter gewissen Boden-, Düngungs-, Witterungs- und vielleicht auch Aufbewahrungsverhältnissen in der Pflanze sich bildet, bedingt zu sein. Durch Erhitzen, namentlich durch Dämpfen des Lupinenheues kann man das betreffende Ferment in seinen schädlichen Wirkungen abtöten und ein auch unter solchen Verhältnissen gesundes, den Schafen zusagendes Futter herstellen.

6. Sonstige Heu- und Grünfutterarten. Außer den im Vorhergehenden genannten giebt es noch eine große Anzahl von Pflanzen, welche teils für sich allein im frischen oder heutrockenen Zustand zur Verfütterung gelangen, teils als mehr oder weniger vorherrschende Bestandteile gewisser Heu- und Grünfutterarten auftreten. Alle diese Pflanzen sind schon mehrfach der chemischen Analyse unterworfen, aber bis jetzt nur ausnahmsweise zu direkten und exakten Fütterungsversuchen benutzt worden; jedoch läßt sich deren Verdaulichkeit und Nährkraft, nach Analogie anderer ihnen ähnlichen Futtermittel auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung wenigstens annähernd richtig beurteilen.

Der sog. Bastard- oder schwedische Klee hat eine dem Rotklee ganz ähnliche Beschaffenheit, nur ist er meistens etwas zarter und stickstoffreicher, und kann noch in einem vorgerückteren Stadium der

Vegetation, in voller Blüte der Pflanze, mit Vorteil verfüttert werden. Dies ist im noch höheren Grade bei dem Weißklee der Fall, welcher jedoch gewöhnlich nur zur Weidenutzung im Gemenge mit anderen Kleearten und Gräsern angebaut wird. Auch die Hopfenluzerne (gelber Klee) muß nach mechanischer Beschaffenheit und chemischer Zusammensetzung als ein vortreffliches Futtermittel angesehen werden, während der Inkarnatklee leicht verholzt und im allgemeinen einen geringeren Nährwert hat. Der Inkarnatklee wird nach Beobachtungen von Stutzer in Bonn am vorteilhaftesten Ende Mai oder zu Anfang Juni geerntet. Nach dieser Zeit fand fast gar kein weiterer Zuwachs an organischer Substanz statt und der Gehalt an Nichteiweiß-Stickstoff, welcher am 14. Mai 30,3 und am 24. Mai noch 23,9 % des Gesamtstickstoffes betrug, war (31. Mai) bis auf 5,0 % gesunken, also in dieser Vegetationsperiode auch mehr wirkliches Eiweiß vorhanden. Die Esparsette steht nach den bisher vorliegenden Analysen dem Rotklee im Stickstoffgehalt wenigstens gleich und scheint in der Blüteperiode länger seine Schmackhaftigkeit und Leichtverdaulichkeit zu behaupten. Auf mehr trockenen, sandigen Böden hat der Anbau des Wundklees in neuerer Zeit Verbreitung gefunden; diese Pflanze ist meistens stickstoffärmer, als die vorher genannten Futterarten, aber sie enthält auch weniger Rohfaser und ist überhaupt nicht im gleichen Grade einer raschen Verholzung ausgesetzt. Eine andere, auf Sandboden kultivierte Pflanze, die Serradella, liefert ein besonders feines, schmackhaftes und leicht verdauliches Futter; sie unterscheidet sich dadurch vorteilhaft von anderen Futterpflanzen, daß sie einen großen Futterwert, namentlich auch ihren hohen Proteïngehalt fast bis zum Ende der Blüte beibehält, aber freilich giebt sie oft einen ziemlich geringen Ertrag und bei der Heubereitung gehen die Blätter, also die als Futter wertvollsten Teile leicht verloren, so daß schon aus diesem Grunde, außerdem aber wegen eines nicht unbeträchtlichen Nachwuchses ein zu spätes Schneiden der Serradella nicht ratsam ist, wie neuere, in Proskau ausgeführte Anbau- und Fütterungsversuche bestätigen. Ähnlich verhält sich der Ackerspörgel, welcher wohl nur als Grünfutter benutzt wird, und namentlich auf die Milchproduktion einen günstigen Einfluß äußern soll.

Der Grünmais von hochwachsenden und spätblühenden Sorten (z. B. Pferdezahnmais), welche in kräftigem Boden einen großen Rohertrag liefern, ist ein sehr wässeriges und stickstoffarmes, aber wegen seines hohen Zuckergehalts namentlich für Kühe schmackhaftes Futter; bei ausschließlicher Verabreichung wirkt ein solcher Grünmais wegen seines zu weiten Nährstoffverhältnisses oft nachteilig für die Milchproduktion, namentlich für die Qualität der Milch, günstig dagegen,

wenn er gleichzeitig mit stickstoffreichen Grünfutterarten von den Tieren verzehrt wird. Der Grünmais wird besonders häufig zur Bereitung von Sauer- und Süßfutter benutzt (s. S. 119 ff.) Von den frühreifen Maissorten erhält man ein stickstoffreicheres und zur ausschließlichen Verfütterung mehr geeignetes Material, aber dieselben erfordern zu ihrem Gedeihen meistens ein wärmeres Klima, und die Ernte fällt nicht so reichlich aus. Noch mehr auf Süddeutschland beschränkt ist der Anbau und die Benutzung der Sorghopflanze als Grünfutter. Dagegen kann auf leichtem Boden der Buchweizen, besonders im Gemenge mit einer Sommerhalmfrucht ausgesäet, noch im Herbst ein wertvolles Grünfutter liefern. Ein vorzügliches Futter, namentlich für Pferde, bilden die jungen Pflanzen der gewöhnlichen Ackerdistel; es soll, wie man sagt, „blutreinigend" wirken, wenn man dieses für die gute Kultur des Ackerlandes so lästige Unkraut im Frühjahr verfüttert.

Von den Blättern der Rübenarten sind diejenigen der Futterrunkeln und Zuckerrüben trotz großer Wässerigkeit doch ziemlich stickstoffreich; sie müssen bekanntlich mit Vorsicht gefüttert werden, da sie wegen ihres großen Gehalts an Salzen und organischen Säuren (Oxalsäure) stark abführende Eigenschaften haben und deshalb am besten nach dem Einsäuern in Gruben als Zusatz zu dem Winterfutter zu benutzen sind. In direkten Versuchen, welche E. Wildt auf der Versuchsstation Kuschen ausführte, wurde beobachtet, daß Hammel von der organischen Substanz der eingesäuerten Runkelblätter 57 % verdauten. Nach den in Hohenheim von O. Kellner vorgenommenen Untersuchungen ist der Gehalt der Runkelblätter an Oxalsäure nicht so groß, wie man bisher gewöhnlich annahm; er betrug 3,51 % der Trockensubstanz, wovon 1,44 % in Wasser löslich waren, welche Menge infolge des Einsäuerns bis auf kaum $^1/_3$ sich verminderte. Da außerdem bei längerem Einsäuern der Blätter, wie sich weiter ergab, die löslichen Mineralsalze oft mehr als zur Hälfte mit dem ausgepreßten Safte abfließen und versickern, so scheint auf diese Weise jene schädliche Eigenschaft sich verlieren, die Qualität also des Futters sich verbessern zu müssen. Dagegen ist allerdings der Verlust an Quantität oft ein sehr beträchtlicher, an Trockensubstanz nämlich nach den Hohenheimer Versuchen 20 bis 50 % der ursprünglich vorhandenen Masse, an Gesamtstickstoff sogar 28 bis 60 %; in letzterer Hinsicht ist der Verlust um so empfindlicher, als er mehr noch auf Eiweißstoffe (52 bis 68 %), als auf sonstige Stickstoffverbindungen sich bezieht. In den frischen Blättern waren von 100 Teilen des Gesamtstickstoffes 72 Teile im Eiweiß, 25 Teile in anderen organischen Verbindungen und 3 Teile in Salpetersäure enthalten, während nach $4^1/_2$ monatlichem Einsäuern von dem übriggebliebenen Gesamtstickstoff nur 48 bis 57 % in Eiweiß-

stoffen und Peptonen, 43 bis 52 % in anderen organischen, hauptsächlich amidartigen Verbindungen sich vorfanden. In Versuchen, über welche Märcker berichtet, war der Verlust nach fünfmonatlichem Einsäuern an organischer Substanz 31 %, an Rohprotein und stickstofffreien Eiweißstoffen 36 bis 39 %. Nach Stutzer sollen die eingesäuerten Rübenblätter so gut wie gar keinen Nährwert haben; er fand in einer Probe, welche im Herbst eingemietet und Ende März aus der Grube genommen war, nach Abzug der mit Sand stark verunreinigten Mineralstoffe:

Wasser.	Rohprotein.	Rohfett.	Rohfaser.	Extraktstoffe.
83,1	2,5	1,7	5,1	7,6

Das Rohprotein (2,5 %) bestand zu 0,5 % aus Amidstoffen und nach dem Ergebnis der künstlichen Verdauung zu 2,0 % aus unverdaulicher Substanz, enthielt also keine Spur von verdaulichem Eiweiß, was freilich mit den Resultaten der in Kuschen am Tier ausgeführten Versuche nicht übereinstimmt, indem hierbei die Verdaulichkeit des Rohproteïns zu 65 %, die der stickstofffreien Bestandteile zu 54 bis 60 % sich ergab und damit also ein nicht unbedeutender Nährwert der eingesäuerten Runkelblätter nachgewiesen wurde, wenn auch zugegeben werden muß, daß die Amidkörper den größeren Teil des verdauten Rohproteïns bilden und ferner das Rohfett und die stickstofffreien Extraktstoffe mit reinem Fett und Stärkemehl nicht gleichwertig sind.

Die Möhrenblätter und Kohlrübenblätter haben die bei den Runkelblättern erwähnten nachteiligen Eigenschaften nicht oder in geringerem Grade, und daß Viehkohl und Weißkraut für Milchkühe vortreffliche Futtermittel abgeben, ist aus der Praxis hinreichend bekannt. Das Kraut der Kartoffeln kommt als Futter kaum in Betracht und hat auch bei der Verfütterung zu Anfang Oktober in direkten Versuchen als relativ schwerverdaulich sich erwiesen; die Blätter aber und die zarten Teile der Topinamburstengel werden von den Schafen sehr gern und mit gutem Erfolg gefressen. Dasselbe ist auch bezüglich des Baumlaubes der Fall, welches bei mittlerem Stickstoffgehalt durch große Armut an Rohfaser (kaum 10 bis 12 % im heutrockenen Zustand) sich auszeichnet, dagegen an Fettsubstanz (Ätherextrakt) bis zu 10 % enthält. Ob dasselbe aber in größerer Menge und anhaltend verfüttert nicht vielleicht nachteilige Wirkungen ausübt für das Gedeihen der Tiere, darüber läßt sich nach den bisher vorliegenden Erfahrungen nicht urteilen; in kleinerer Quantität als diätetisches Mittel ist es sehr vorteilhaft bei der Winterfütterung der Schafe und Lämmer zu verwenden. Am häufigsten werden die Blätter von Pappeln, Linden, Eschen, Weiden und Erlen, auch Reblaub und in Italien im Herbst Maulbeerblätter benutzt; die Blätter von Birken und Buchen

sollen weniger günstig, grüne Nadeln oft schädlich wirken, diejenigen des Eibenbaumes sogar in dem Grade, daß schon 150 bis 180 g im stande sind, ein kräftiges Pferd rasch zu töten. Die größte Nährwirkung haben die Blätter, wenn sie frühzeitig, schon im Juli und August von den Bäumen abgenommen werden; aber auch noch zu Anfang Oktober zeigte sich das Pappellaub als ziemlich leichtverdaulich, indem nach Versuchen von Wildt in Kuschen die gesamte organische Substanz darin von Hammeln zu 58, das Rohproteïn zu 56 % verdaut wurde.

Was endlich die auf dem Acker angebauten Gräser betrifft, Raigras, Thimotheegras, Knaulgras ꝛc., so liefern sie in der Jugend, ebenso wie die vor dem Beginn der Blüte geschnittenen Halmfrüchte, sämtlich ein nährkräftiges Futter, welches dem Weidegras hauptsächlich nur an Schmackhaftigkeit nachsteht. Die Auswahl der einzelnen Gräser für den Anbau im großen ist natürlich bedingt durch Bodenbeschaffenheit, Klima, Ausdauer der Pflanzen, Höhe des zu erwartenden Ernteertrags und durch sonstige in der Praxis vorkommende und zu beachtende Verhältnisse. An Amidverbindungen scheinen die auf dem Felde, namentlich die im düngkräftigen Boden kultivierten Gräser noch reicher zu sein, als das gewöhnliche Wiesenfutter in gleicher Vegetationsperiode.

7. Stroh der Cerealien. Das Stroh der Sommerhalmfrüchte ist durchschnittlich ärmer an Rohfaser, dagegen etwas reicher an Rohproteïn als das Stroh der Winterhalmfrüchte. Von dem ersteren hat man hauptsächlich das Haferstroh auf seine Verdaulichkeit geprüft; nach Versuchen von Henneberg und Stohmann in Weende ergab sich bei ausschließlicher Verfütterung desselben an Ochsen als Verdauungs-Koëffizient für das Rohproteïn die Zahl 44 und 39, während in Versuchen mit Hammeln, welche man in Hohenheim ausführte, die weit niedrigere Zahl 24 gefunden wurde, und zwar bei fast gleich hohem Gehalt des Haferstrohes an Rohproteïn. In den letzteren Versuchen war das Haferstroh hartstengelig und bei Drillkultur der Pflanze gewachsen. Als mittleren Verdauungs-Koëffizienten des Haferstrohproteïns wird man kaum eine höhere Zahl als 35 annehmen können. Die Rohfaser ist im Haferstroh völlig ebenso leicht verdaulich, wie im guten Wiesenheu, dagegen werden die stickstofffreien Extraktstoffe und auch das Rohfett entschieden weniger ausgenutzt. Über die Verdaulichkeit des Gerstestrohes sind bis jetzt erst wenige Versuche angestellt worden. In Kuschen fand Wildt den Verdauungs-Koëffizienten für das Rohproteïn auffallend niedrig, zu etwa 20; das betreffende Gerstestroh war aber stark ausgereift und enthielt in der Trockensubstanz 4,8 % Rohproteïn. Gleichwohl wurden die stickstoff-

freien Extraktstoffe zu 54 und die Rohfaser zu 56 % verdaut; oftmals wird auch die prozentige Verdauung des Rohproteïns im Gerstestroh eine größere sein und dieses als ein gutes Futterstroh sich erweisen, namentlich wenn demselben, wie häufig der Fall ist, junger Klee oder sonstige grüne Kräuter in größerer Menge beigemischt sind.

Die erwähnten Verdauungsverhältnisse treten ganz in derselben Richtung bei dem Stroh der Winterhalmfrüchte auf, nur fallen die betreffenden Koëffizienten teilweise noch niedriger aus. Letzteres zeigt sich insbesondere bezüglich der stickstofffreien Extraktstoffe, und meist auch bezüglich des Rohproteïns; die Rohfaser aber wird fast ebenso gut verdaut, wie in dem Stroh der Sommerhalmfrüchte. Allerdings ergeben sich, wie schon früher hervorgehoben wurde, die Verdauungs-Koëffizienten für das Rohproteïn des Halmfruchtstrohes bei dem niedrigen Stickstoffgehalt des letzteren, wegen der Beimischung von Stoffwechselprodukten zum Kot aus den Versuchen leicht als zu niedrig; indes waren die zufällig benutzten Stroharten verhältnismäßig stickstoffreich, und jedenfalls müssen wir die bisher ermittelten Zahlen so lange in den Futterrechnungen anwenden, bis sie vielleicht durch richtigere ersetzt werden können.

8. Stroh der Hülsenfrüchte. Die für Ackerbohnenstroh in der Tabelle angegebenen Verdauungs-Koëffizienten sind aus einigen in Weende und in Proskau ausgeführten Versuchen abgeleitet. Es ist in diesem Futtermittel, ähnlich wie im Kleeheu, die Rohfaser relativ schwer verdaulich, während die stickstofffreien Extraktstoffe weit reichlicher verdaut werden. Mit Erbsenstroh sind ferner einige Versuche in Hohenheim angestellt worden, bei denen eine an sich schon gute, blattreiche Sorte (mit 11,4 % Rohproteïn und 44,2 % Rohfaser in der Trockensubstanz) an Hammel zum Ausfressen verabreicht wurde; die hierbei wirklich verzehrte Substanz hatte die Zusammensetzung eines guten Kleeheues (14,0 % Rohproteïn und 31,9 % Rohfaser) und es erklärt sich daraus, daß auch die Verdauungs-Koëffizienten entsprechend hohe waren, nämlich für Rohproteïn = 60, für Rohfaser = 52 und für die stickstofffreien Extraktstoffe = 64 gefunden wurden. Das Stroh der reifen Sojabohne verhält sich nach Zusammensetzung und Verdaulichkeit dem Stroh der Acker- oder Pferdebohne sehr ähnlich, wie man in Proskau ermittelt hat. Im allgemeinen ist im Heu und Stroh der Leguminosen die Rohfaser beträchtlich schwerer, die stickstofffreie Extraktsubstanz dagegen leichter verdaulich, als im Heu und Stroh der Gramineen; hiervon bildet jedoch, wie wir gesehen haben, das Lupinenheu eine auffallende Ausnahme, und ähnlich verhält sich auch das Lupinenstroh, wenigstens nach den Beobachtungen, welche in Köthen von Heidepriem bei Versuchen mit Hammeln gemacht wurden. Die Ver-

dauungs-Koëffizienten waren für Rohfaser und stickstofffreie Extraktstoffe 51 und 65, für das Rohproteïn dagegen 37 bei einem Lupinenstroh, welches in der Trockensubstanz 7,0 % Rohproteïn und 48,6 % Rohfaser enthielt und anscheinend gut ausgereift war. Hierdurch wurde bewirkt, daß die Menge der verdauten stickstofffreien Substanz die chemisch ermittelte Menge der stickstofffreien Extraktstoffe bedeutend überstieg, nämlich in dem Verhältnis von 127 : 100 (vergl. S. 124).

9. Spreu und Schoten der Halm- und Hülsenfrüchte. Die Weizenspreu enthält gewöhnlich prozentig mehr Rohproteïn als Weizenstroh; dagegen ist die Spreu der Sommerhalmfrüchte (Gerste und Hafer) durchschnittlich fast stickstoffärmer als das Stroh derselben Pflanzen. In der Spreu oder den Schoten der Hülsenfrüchte (Erbsen, Wicken und Bohnen) findet man wenigstens ebensoviel Rohproteïn, wie in dem betreffenden Stroh. Alle Spreuarten sind in der Regel ärmer an Rohfaser als Stroh, und es werden daher die Verdauungs-Koëffizienten für die einzelnen Bestandteile wohl entsprechend höher anzunehmen sein; direkte Versuche jedoch hierüber sind bis jetzt noch nicht ausgeführt worden. Zugleich bewirkt die ganze mechanische Beschaffenheit der Spreu, daß dieses Futter, in gewisser Menge verabreicht, den Tieren im allgemeinen angenehmer und schmackhafter ist, als Stroh und Strohhäcksel. Die Rapsschoten sind verhältnismäßig stickstoffarm, aber reich an stickstofffreien Extraktstoffen. In den Schalen der Sojabohne hat man die Rohfaser und die stickstofffreien Extraktstoffe besser, das Rohproteïn weniger verdaulich gefunden, als in dem Stroh derselben Pflanze.

b) Konzentrierte Futtermittel.

Mit diesem Namen bezeichnen wir die meistens im Handel vorkommenden, also käuflichen Futterarten, welche in einem bestimmten Gewicht und geringen Volumen eine relativ große Menge von verdaulicher Substanz enthalten. Die stickstofffreien Extraktstoffe sind vorherrschend in der Form von Kohlehydraten vorhanden, und oft sind diese Futtermittel auch reich an Eiweißkörpern und an Fett.

1. Die Körner der Cerealien haben, ähnlich wie die Rauh- und Grünfutterarten, eine sehr wechselnde Zusammensetzung, namentlich einen verschiedenen Gehalt an Rohproteïn, je nach den Verhältnissen, unter welchen sie gewachsen und geerntet worden sind (Boden, Düngung, Klima, Jahres- und Erntewitterung, Varietät, Grad der Reife ꝛc.). Weizen und Hafer scheinen diesem Wechsel noch mehr unterworfen zu sein als Roggen und Gerste. In der Trockensubstanz des Weizens ist an Rohproteïn von 10 bis zu 24 % gefunden worden. Nach neueren Beobachtungen von Kreußler in Poppelsdorf steigerte sich der Proteïn-

gehalt einer an sich schon stickstoffreichen Weizensorte, welche ungedüngt 16,3 % Protein enthielt, durch reichliche Düngung mit Superphosphaten auf 17,6 %, durch Düngung mit löslichen Stickstoffverbindungen (Ammoniak- und salpetersauren Salzen) auf 21,4 %, durch Düngung mit Phosphaten und Stickstoffverbindungen auf 22,4 %, und gleichzeitig betrug die Proteïnmenge im Stroh beziehungsweise 3,4 bis 3,7 und 5,2 %. In anderen Versuchen hat man allerdings einen so entschiedenen Einfluß der Düngung auf die chemische Zusammensetzung der Halmfrucht nicht nachweisen können, da dieser Einfluß natürlich durch andere Faktoren, wie Bodenbeschaffenheit, Witterung ꝛc. je nach Umständen erhöht oder vermindert und selbst ganz aufgehoben werden kann. Jedoch wird man im allgemeinen bei dem Anbau der Cerealien auf einem sehr fruchtbaren und kräftig gedüngten Boden stickstoffreichere Körner ernten, als auf einem Boden von entgegengesetzter oder nur mittlerer Beschaffenheit.

Weizen und Roggen sind bisher nicht direkt durch Fütterungsversuche auf ihre Verdaulichkeit geprüft worden; indes kann man nach Analogie mit anderen Körnerarten annehmen, daß bei ihrer Verfütterung an die landwirtschaftlichen Nutztiere von der Proteïnsubstanz 85 bis 90 und von den stickstofffreien Extraktstoffen etwa 95 % zur Verdauung gelangen werden, selbstverständlich unter sonst richtigen Fütterungsverhältnissen und geeigneter Zubereitung der Körner. Für das Rohproteïn des Hafers hat aus den bisher vorliegenden Fütterungsversuchen der Verdauungs-Koëffizient durchschnittlich zu 77 und für die stickstofffreien Extraktstoffe zu 73 sich ergeben, für die betreffenden Stoffe in der Gerste beziehungsweise 77 und 87, im Mais 79 und 91. Die zuletzt genannte Körnerart wurde in Pommritz von Heiden, sowie in Hohenheim auch als ausschließliches Futter an Schweine verabreicht, wobei für die genannten Bestandteile noch höhere Verdauungs-Koëffizienten resultierten, nämlich 85 und 95. Von dem Rohproteïn und den stickstofffreien Extraktstoffen der Weizenkleie oder Dinkelkleie wurden bei der Verfütterung an Hammel durchschnittlich 78 und 82 %, also beiderlei Bestandteile verhältnismäßig gut verdaut; in mehrfachen Versuchen mit Ochsen fand G. Kühn auf der Versuchsstation Möckern bei trockener Fütterung der Weizenkleie, daß das Rohproteïn darin ebenfalls durchschnittlich zu 78 % (71—89) und die stickstofffreien Nährstoffe zu 77 % (70—82) verdaut wurden, während durch allerlei Arten der Zubereitung die Verdaulichkeit sich eher verminderte als erhöhte (vgl. S. 93). Die Weizenkleie ist als Futter für die Kühe sehr geeignet und wirkte in Versuchen, welche auf der Molkereistation in Kiel von Schrodt ausgeführt wurden, für die Milch- und Butterproduktion entschieden besser als die Roggenkleie, sogar noch etwas besser als Getreide-

schrot (Roggen, Hafer und Gerste zu gleichen Teilen). Dagegen äußert dieses Futtermittel bei Mastschweinen keine sehr günstige Wirkung, indem diese Tiere es nicht so gut verdauen, wie die Wiederkäuer, was auch bezüglich der Roggenkleie durch Versuche von Heiden in Pommritz bestätigt worden ist. Ebenso ist die Verdauung der Weizen- und Roggenkleie (Kleienbrot) im menschlichen Organismus eine verhältnismäßig geringe.

Seit einigen Jahren wird Reisfuttermehl als Abfall namentlich in den Reismühlen zu Bremen in großen Massen gewonnen, nach Süddeutschland auch vielfach aus Holland und Italien eingeführt. Bei guter Beschaffenheit enthält es 12 % Protein und 12 % Fett neben fast 50 % Kohlehydraten (fast ausschließlich Stärkemehl) und liefert ein sehr schmackhaftes, leichtverdauliches Futtermittel, welches für die Mästung der Schweine vortrefflich wirkt und bei Kühen die Produktion einer feinschmeckenden Milch und Butter begünstigt. Man muß jedoch bei dem Ankauf von Reisfuttermehl vorsichtig sein, da es nicht selten mit anderen, billigeren Mahlabfällen verfälscht und sogar mit Gips und Kreidepulver versetzt wird, außerdem aber oft unter dem gleichen Namen oder als Reiskleie im Handel eine Masse vorkommt, welche nur aus den fein zerriebenen, harten und strohigen Reishülsen oder Schalen besteht und kaum einen dem Stroh oder der Spreu der gewöhnlichen Halmfrüchte gleichen Futterwert besitzt, also gar nicht als konzentriertes Futtermittel bezeichnet werden kann.

Wie im Weizen, ist auch im Hafer der Stickstoffgehalt ein sehr wechselnder, hier großenteils bedingt durch die Dicke der Hülsen und durch deren Verhältnis zum Gewicht des eigentlichen Kornes. Das letztere ist meistens ziemlich stickstoffreich und ausgezeichnet durch einen relativ hohen Fettgehalt (4—7 %). Die Güte des Hafers ist nicht immer einfach aus dem Gewicht eines bestimmten Maßes der Körner zu entnehmen; oft wäre es gewiß sehr lohnend, bei dem Ankauf größerer Quantitäten dieses wichtigen Pferdefutters durch die chemische Analyse dessen Nährstoffgehalt ermitteln zu lassen. Ob und inwiefern dem Hafer wegen seines Gehalts an einer das Nervensystem anregenden Substanz (Avenin nach Sanson) als Futter für die Pferde eine gleichsam spezifisch günstige Wirkung zuzuschreiben ist, läßt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, und ebenso unsicher ist es, die infolge der Fütterung von Haferschrot bei Kühen beobachtete Steigerung der Milchproduktion auf dieselbe Ursache zurückzuführen. Durch Quetschen und Schroten des Hafers soll übrigens die erregende Eigenschaft desselben wesentlich geschwächt werden.

Die Gerste ist im allgemeinen, und zwar um so mehr, je vollkommener und gleichmäßiger die Körner ausgebildet sind, etwas stickstoff-

ärmer als die andern, im großen gewöhnlich angebauten Cerealien. Dies ist im noch höheren Grade bei dem Buchweizen und dem Mais der Fall, obgleich auch hier wiederum bedeutende Schwankungen vorkommen. Im Mais ist ferner eine reichliche Menge von Fett enthalten (5 bis manchmal 9 %), und dadurch mag zum Teil der erfahrungsmäßig so günstige Nähreffekt bei der Mästung, namentlich der Schweine, sich erklären. Auch für Pferde hat der Mais als ein gutes Kraftfutter sich bewährt, und es ist dabei rätlich, gleichzeitig etwas Bohnenschrot zu verabreichen, um auf diese Weise ein mittleres Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter herzustellen. Besonders für Acker- und überhaupt angestrengt arbeitende Pferde ist der Mais sehr brauchbar, zunächst natürlich dann, wenn er im Handel billiger zu haben ist als der Hafer; er kann bis zu $^2/_3$ der Körnerration verabreicht werden. Bei der großen Pariser Omnibus-Gesellschaft füttert man den Mais bis zur Hälfte der Haferration und hat es sehr vorteilhaft gefunden, die Maiskolben zusammen mit den Körnern zu zermalmen, weil auf diese Weise eine Portion Cellulose, welche den Körnern fehlt, noch hinzukommt und das ganze in Bezug auf Zusammensetzung und Nährwert dem Hafer ähnlicher wird. Ebenso günstige Erfahrungen hat man bei der Omnibus-Gesellschaft in New-York (bis 7 kg täglich) und bei der Berliner Pferde-Eisenbahn-Gesellschaft gemacht, wo man sogar bis zu $7^1/_2$ kg Mais neben $1^1/_2$ kg Hafer pro Tag verfütterte. Die Berliner Posthalterei läßt nur kleinere Portionen von Mais verabreichen (im Winter 3 und im Sommer 2 kg pro Tag) und hat beobachtet, daß die Tiere je nach der Individualität den gequetschten Mais bald trocken, bald durchnäßt oder auch mit Kochsalz, Kleien ꝛc. versetzt mit Vorliebe aufnehmen. Im allgemeinen ist der Mais ein vortreffliches Futter für solche Pferde, welche zwar angestrengt, aber in einem regelmäßigen und nicht sehr raschen Tempo arbeiten; für leichte Reitpferde ist derselbe weniger geeignet.

Hinsichtlich der Biertreber ist zu erwähnen, daß sie etwa 24 % Trockensubstanz enthalten und wegen ihres Reichtums an verdaulicher Eiweißsubstanz ein enges Nährstoffverhältnis haben, auch durch aromatische Beschaffenheit den Tieren sehr schmackhaft zu sein scheinen und bei der Mästung, wie bei der Milchproduktion gute Dienste leisten; sie sollen sogar für die Milchsekretion spezifisch günstig wirken. In neuester Zeit werden die Biertreber in geeigneten Apparaten getrocknet und als konzentriertes und leicht versendbares Futtermittel in den Handel gebracht; in diesem Zustande lassen sie sich sehr gut konservieren und sind bei hinreichend billigem Preise gewiß zu empfehlen. Die getrockneten Biertreber zeigten sich in Versuchen von B. Weitzmann in Halle sehr günstig für die Milchproduktion; die Tagesration

soll sich ohne Gefahr bis auf 6 kg pro Kopf steigern lassen. Der bei der Fabrikation von Weizenstärke als Nebenprodukt gewonnene Kleber ist ein gutes Futter für Mastschweine und kommt auch als eine trockene brüchige Masse zuweilen im Handel vor, in welchem Zustand er von den Schafen gern gefressen wird und als Zusatz zu einem stickstoffarmen Futter bei der Mästung dieser Tiere mit gutem Erfolg benutzt werden kann. Die Malzkeime endlich sind ein beliebtes Futtermittel für Jungvieh, wie für Milch- und Masttiere; sie verhalten sich hinsichtlich ihres großen Stickstoffgehalts den Hülsenfrüchten und den Ölkuchen ähnlich, nur hat man darin bedeutende Mengen von Amidstickstoff gefunden, in Hohenheim z. B. 23—36, im Mittel 27% des Gesamtstickstoffes, welcher durchschnittlich 4% der Trockensubstanz der Malzkeime ausmacht. In kleinerer Quantität verabreicht, auf 1000 kg Lebendgewicht höchstens 2 bis 3 kg pro Tag, sind sie ein in jeder Hinsicht gutes Milchfutter; zu große Portionen, 5 kg und darüber, sollen leicht ein Verkalben der Kühe verursachen. Auch ist zu beachten, daß die Güte und Nährwirkung dieses Futtermittels nicht selten durch Beimischung von Staub und Kericht eine wesentliche Verminderung erleidet.

2. Bei den Körnern der Hülsenfrüchte sind die Schwankungen im Gehalt an Proteïnstoffen nicht so bedeutend, wie bei den Cerealien; sie bewegen sich zwischen 22 und reichlich 30% der Trockensubstanz, und zwar sind die Bohnen und namentlich die Wicken meistens etwas stickstoffreicher als die Erbsen. Eine Ausnahme bilden die Lupinen, in deren Trockensubstanz man 32 bis zu 48% an Proteïnstoffen gefunden hat, in den Samen der gelben Lupinen beträchtlich mehr, als in denen der blau und weiß blühenden Sorten. Die Lupinen besitzen einen eigentümlich bitteren Geschmack, an welchen nur die Schafe sich leicht gewöhnen, während dieses Futter den anderen landwirtschaftlichen Tieren wenig oder gar nicht zusagt. Bei dem guten Gedeihen dieser Pflanze selbst auf dürftigem Sandboden und bei dem verhältnismäßig billigen Handelspreise der überaus stickstoffreichen und daher zur Herstellung engerer Nährstoffverhältnisse sehr geeigneten Körner ist es begreiflich, daß man mehrfach Versuche gemacht hat, um den Bitterstoff daraus möglichst zu entfernen und auf solche Weise die Schmackhaftigkeit auch für andere Tiere, außer den Schafen und Ziegen, zu erhöhen. Dies geschieht durch scharfes Dörren, besser aber durch wiederholtes Auslaugen mit kaltem Wasser, nach vorausgehendem einstündigen Dämpfen bei 100° C. Letztere Methode ist in Hohenheim von O. Kellner wissenschaftlich geprüft worden und hat in exakten Versuchen mit Hammeln und mit Milchkühen sich sehr gut bewährt. Es gehen dabei freilich mit den Bitterstoffen 15 bis 20% der Trocken-

ſubſtanz verloren; der Verluſt betrifft aber außer den Bitterſtoffen hauptſächlich die ſtickſtofffreien Extraktſtoffe und die Aſchenbeſtandteile, in geringerem Grade dagegen die Eiweißſubſtanz. Dieſe Verluſte an Rohnährſtoffen werden auch, wenigſtens bei gut ausgereiften Körnern, reichlich aufgewogen durch die Qualitäts-Verbeſſerung des entbitterten Futters, welches nicht nur ohne Nachteil und ſehr gern von allen Tiergattungen verzehrt wird, ſondern auch eine erhöhte Verdaulichkeit beſitzt. Außerdem hat man in Hohenheim beobachtet, daß die Wirkung der gedämpften und entbitterten Lupinen für die Milchproduktion bei Kühen ſehr günſtig iſt, anſcheinend eine noch etwas günſtigere als die der damit in Vergleich geſtellten Ackerbohnen. Es iſt daher die erwähnte Zubereitungsmethode, zunächſt für Gegenden, wo die Lupinenkultur ſehr verbreitet iſt, als ein erfreulicher Fortſchritt im landwirtſchaftlichen Fütterungsweſen zu betrachten. Auch durch Anwendung von Oxydationsmitteln zur Entbitterung der Lupinen nach der Methode von E. Wildt, indem man dieſelben zuerſt in verdünnter Salzſäure einweicht, dann mit Chlorkalklöſung behandelt und das gebildete Chlorcalcium mit Waſſer auswäſcht, hat man günſtige Reſultate erzielt. Der Subſtanzverluſt betrug dabei etwa 17 %, alſo ungefähr ebenſoviel wie bei der vorher erwähnten Methode.

Im Mittel aus 18 Einzelverſuchen mit Wiederkäuern ergab ſich als Verdauungs-Koëffizient der Proteïnſubſtanz des Bohnenſchrots die Zahl 88, der ſtickſtofffreien Extraktſtoffe 92, mit Schwankungen von beziehungsweiſe 81 bis 95 und 88 bis 95, in Verſuchen ferner mit dem Pferd für erſteren Beſtandteil 86 und für letzteren 93. Verſuche mit Schweinen führten in Hohenheim bei ausſchließlicher Fütterung dieſer Tiere mit Erbſenſchrot, für die Proteïnſubſtanz dieſes Futtermittels zu der Zahl 85 und für die ſtickſtofffreien Extraktſtoffe zu der Zahl 95. Aus einigen Verſuchen ferner, in welchen Hellriegel auf der Verſuchsſtation Dahme Hammel mit Lupinenkörnern neben Roggenſtroh fütterte, konnten für die beiderlei Beſtandteile die Verdauungs-Koëffizienten 97 und 81, in Hohenheim dagegen bei Fütterung von Lupinen neben Wieſenheu die Zahlen 92 bis 94 und 84 bis 89 abgeleitet werden, während in Leipzig, nach Verſuchen von Stohmann, das Proteïn der Lupinen von Ziegen ebenfalls zu reichlich 90 % verdaut und zugleich beobachtet wurde, daß dieſes Beifutter die Reſorption der ſtickſtofffreien Beſtandteile des Wieſenheues begünſtigte, ein Verhalten, welches bezüglich der Rohfaſer in den Hohenheimer Verſuchen mit Hammeln ſich beſtätigte. Alle bisherigen Beobachtungen zeigen, daß die Verdaulichkeit der Hülſenfrüchte eine relativ hohe iſt und daß man darin durchſchnittlich die Proteïnſubſtanz zu faſt 90 %, die ſtickſtofffreien Extraktſtoffe als noch etwas leichter verdaulich annehmen kann.

Die chinesische Ölbohne oder Sojabohne, welche in neuerer Zeit auch in Deutschland an manchen Orten angebaut wird, ist ausgezeichnet durch hohen Gehalt an Proteïn (durchschnittlich 33,4 %) und an Fett (17,6 %). In Versuchen, welche auf der Versuchsstation der Tierarzneischule zu Wien angestellt wurden, äußerten diese Bohnen eine vorzügliche Wirkung bei der Mästung von Schweinen, wenn man sie neben Kartoffeln verfütterte (1,25 bis 1,35 kg pro Tag und Kopf). Auch bei Schafen, Ochsen und Milchvieh hat man einen günstigen Erfolg beobachtet, überall wo der große Reichtum an Proteïn und Fett neben anderen daran armen Futtermitteln zur Geltung kommen kann. Im Gegensatz zu den Sojabohnen will ich hier noch die Eicheln und Roßkastanien erwähnen, welche beide, namentlich aber die ersteren verhältnismäßig arm an Proteïn und Fett, dagegen reich an Stärkemehl und dabei leicht verdaulich sind, wie sich für die Eicheln auch in Versuchen mit Hammeln ergab, wobei 88 % der gesamten organischen Substanz zur Verdauung gelangten. Schweine fressen bekanntlich die Eicheln besonders gerne, jedoch werden diese sowohl wie die Roßkastanien auch von Schafen und Ochsen bereitwillig aufgenommen, namentlich wenn man sie im gedörrten Zustande als Schrot den Tieren darbietet.

3. Ölsamen und Ölkuchen. Die Ölsämereien, von denen die Leinsamen 30 bis 40, die Rapssamen 35 bis 45 % reines Fett enthalten, werden nur selten verfüttert; jedoch würde es vielleicht oft vorteilhaft sein, wenn man namentlich die geringeren Sorten von Leinsamen in geeigneter Weise als Futtermittel benutzte. Ein an sich fettarmes Futter kann durch einen derartigen Zusatz in seiner Gesamtwirkung wesentlich verbessert werden, vorausgesetzt, daß die Fettmenge nicht zu sehr sich erhöht, weil alsdann bei manchen Tieren leicht Verdauungsstörungen eintreten.

Über die Verdaulichkeit der Ölsamen sind erst wenig direkte Versuche angestellt worden; für Leinsamen fand man dieselbe in Hohenheim, zunächst bezüglich des Rohproteïns auffallend hoch, durchschnittlich wird sie wohl dieselbe sein, wie sie für die daraus gewonnenen Ölkuchen ermittelt worden ist. Von den letzteren hat man bis jetzt die Leinkuchen, Rapskuchen, Baumwollsamenkuchen, Palmölkuchen (entöltes Palmkernmehl), die Kokosnußkuchen, auch Erdnuß-, Sesam- und Sonnenblumensamenkuchen auf ihre Verdaulichkeit geprüft. Die für Leinkuchen angegebenen Zahlen sind die mittleren Resultate von Versuchen, die in Hohenheim mit Hammeln, in Halle von Stohmann mit Ziegen und in Möckern von G. Kühn mit Ochsen ausgeführt wurden, und auch im einzelnen gut übereinstimmen. Einige Versuche, welche Hofmeister in Dresden mit Hammeln und Kühn in Möckern mit Kühen

über die Verdaulichkeit der Rapskuchen anstellte, ergaben sowohl für die Proteïnsubstanz wie für die stickstofffreien Extraktstoffe die Zahl 80, während neuere Versuche mit Ochsen in Möckern für die beiderlei Bestandteile zu den Zahlen 86 und 75 führten.

Die Baumwollsamenkuchen sind in Hohenheim, auch in Breslau von Weiske und B. Schulze in Versuchen mit Hammeln auf ihre Verdaulichkeit geprüft worden. Die Kuchen von ungeschälten Samen (mit 20 bis 25 % Rohfaser) zeigten sich als ziemlich schwer verdaulich, die der geschälten Samen (mit nur 4 bis 6 % Rohfaser) dagegen wurden sehr gut verdaut und verhielten sich in dieser Hinsicht, sowie in ihrer Schmackhaftigkeit für die Tiere (Hammel) ganz ähnlich wie die Kokosnuß-, Sesam-, Erdnuß- und Sonnenblumensamenkuchen. Über die Resultate aller dieser vergleichenden Versuche giebt die Tabelle II im Anhang nähere Auskunft. Die Verdauungs-Koëffizienten für Kokosnußkuchen konnten auch aus Versuchen mit Schweinen in Hohenheim abgeleitet werden, und zwar bei einem Futter, welches zu $^1/_3$ aus diesen Ölkuchen und zu $^2/_3$ aus Gersteschrot bestand. Es wurden die Kokosnußkuchen von den Schweinen sehr gern verzehrt, während sie die Aufnahme von Candlenutskuchen, welche die stickstoffreichsten von allen Ölkuchenarten sind (58 % Rohproteïn in der Trockensubstanz), beharrlich verweigerten und 3 Tage lang vollständig hungerten, ohne das nur in geringer Menge mit diesen Ölkuchen versetzte Gersteschrot anzurühren. Auch den Schafen war keine Spur von den Candlenutskuchen beizubringen, während man anderswo beobachtet hat, daß dieselben wenigstens von Rindern bereitwillig verzehrt werden; es sind daher die betreffenden Versuche zu wiederholen. Bezüglich der Palmölkuchen haben Versuche in Möckern und in Hohenheim gezeigt, daß man diesem Futter einen hohen Grad von Verdaulichkeit beilegen muß; außerdem ist dasselbe ausgezeichnet durch Schmackhaftigkeit und durch günstige Wirkung auf die Milchproduktion, sowie bei der Mästung der Tiere.

Die Ölkuchen von ausländischen Sämereien, insbesondere die sehr stickstoffreichen Erdnußkuchen, Sesamkuchen, die Kuchen von geschälten Baumwollesamen, in geringerem Grade die Sonnenblumensamenkuchen haben in Deutschland seit einigen Jahren fast überall Eingang und große Verbreitung gefunden. Es sind darin die so reichlich vorhandenen Eiweißstoffe relativ billig und diese Ölkuchen vorzugsweise geeignet, als Beigabe zu einem sonst ziemlich stickstoffarmen Futter Verwendung zu finden; sie haben sich vorzugsweise bei der Milchproduktion bewährt, sollten jedoch nicht in größerer Menge als zu 1 bis $1^1/_2$ kg pro Kopf und Tag an Kühe verfüttert werden, weil sonst die Schmackhaftigkeit der unter ihrem Einfluß produzierten Milch und Butter oft sich vermindert. Die Erdnußkuchen werden

auch als Futter für Pferde empfohlen, jedoch nur in der Weise, daß dadurch ein Drittel der täglichen Haferration ersetzt wird, z. B. anstatt 6 kg Hafer davon nur 4 kg und außerdem 1 kg Erdnußkuchen zur Verfütterung gelangen. Dabei muß man aber sorgfältig darauf achten, daß dieses Futtermittel rein ist und frei von sandigen Beimischungen, sowie von wolligen Massen und steifen Haaren, welche für die Gesundheit der Tiere sehr nachteilig wirken und sogar den Tod derselben herbeiführen können. Auch die Baumwollesamenkuchen sind manchmal in ähnlicher Weise verunreinigt; jedoch wird in neuester Zeit auf die Reinigung dieser Futterarten schon in den Ölfabriken größere Sorgfalt verwendet. Dagegen finden sich immer noch in allen ausländischen, namentlich aus heißen Ländern bezogenen Ölkuchen und Ölsämereien oft massenhaft Bakterien und Pilzsporen, was einen beginnenden oder völligen Fäulniszustand andeutet und die Schmackhaftigkeit des Futters wesentlich vermindert, so daß die Aufnahme von den Tieren manchmal ganz verweigert wird oder das wirklich aufgenommene Futter nachteilig wirkt. Es ist daher bei der Untersuchung solcher Ölkuchen wünschenswert, nicht auf die chemische Analyse sich zu beschränken, sondern auch mikroskopische Beobachtungen anzustellen und geeignete Pilzkulturen vorzunehmen. Der reichlichen Beimischung von Pilzsporen ꝛc. ist es wohl auch zuzuschreiben, daß Baumwollesamen- und ähnliche Ölkuchen besonders leicht für die Gesundheit der Tiere nachteilig wirken, wenn sie nicht trocken, sondern mit Wasser angerührt verfüttert werden.

Außer den amerikanischen Ölkuchen von geschälter Baumwollesaat kommen auch Kuchen von ungeschälter, ägyptischer Saat im Handel vor, welche letztere, obgleich oft besser gereinigt als die ersteren, doch wegen Beimischung der fein zerriebenen lederartigen Hülsen weit weniger verdaulich und von geringerer Nährkraft sind, auch bei der Milchproduktion, einigen Versuchen zufolge nicht besonders günstig gewirkt haben. Gleichwohl können sie bei hinreichend billigem Preise immer noch mit Vorteil, hauptsächlich an Wollschafe und Zugochsen verfüttert werden und in England soll man sie sogar nicht selten den aus geschälter Baumwollesaat bereiteten Kuchen vorziehen und ihnen eine günstige diätetische Wirkung zuschreiben. Schließlich verdienen noch die Mohnkuchen Erwähnung, welche gegenwärtig in beträchtlichen Massen aus orientalischer Mohnsaat gewonnen und namentlich in Süddeutschland zu einem relativ sehr billigen Preise verkauft, daher auch von den Landwirten häufig verfüttert werden. Sie haben sich bei der Milchproduktion der Kühe, in Quantitäten von höchstens 1 bis $1^1/_2$ kg pro Tag und Kopf verabreicht, oftmals bewährt; jedoch erhält die Milch bei längerer Dauer dieser Fütterung und bei größeren Gaben leicht

eine wäſſerige Beſchaffenheit und einen faden Geſchmack. Die dunkel gefärbten oder „blauen" Mohnkuchen ſcheinen in dieſer Hinſicht weniger nachteilig zu wirken, als die weißen.

4. Durch Stickſtoffreichtum und Leichtverdaulichkeit iſt das jetzt vielfach im Handel vorkommende amerikaniſche Fleiſchfuttermehl das konzentrierteſte von allen in der Landwirtſchaft benutzten Futtermitteln. Es beſteht aus den getrockneten und gleichförmig zerriebenen Rückſtänden von der Fleiſchextrakt-Fabrikation, enthält lufttrocken 10 bis 13 % Feuchtigkeit und im völlig waſſerfreien Zuſtand 82 bis 83 % Eiweißſubſtanz nebſt 13 bis 14 % Fett. Bei einigen in Hohenheim mit Schweinen ausgeführten Verſuchen, in welchen das Fleiſchmehl zu 0,25 und 0,5 kg pro Kopf und Tag neben Kartoffeln verfüttert wurde, gelangten von der Eiweißſubſtanz des erſteren 97 %, von dem Fett 87 und von der geſamten organiſchen Subſtanz 95 % zur Verdauung und Reſorption. Bei ſo großer Leichtverdaulichkeit iſt es begreiflich, daß das Fleiſchmehl eine vorzügliche Nährwirkung äußert, namentlich dann, wenn es in kleineren Mengen als Zuſatz zu einem ſonſt ſtickſtoffarmen Futter, insbeſondere zu Kartoffeln, aber auch zu Gerſteſchrot, Maisſchrot ꝛc. dazu dient, das im ſonſtigen Futter vorhandene weite Nährſtoffverhältnis dem Fütterungszweck entſprechend zu verengen. Dagegen darf man nicht glauben, daß das Fleiſchmehl bei Schweinen, wie behauptet worden iſt, unter allen Umſtänden eine beſtimmte, ſich gleich bleibende Zunahme des Lebendgewichtes bewirke, einerlei ob es faſt ausſchließlich oder neben reichlichen Mengen irgend eines anderen Futtermittels verabreicht wird. Abgeſehen davon, daß junge Schweine bei ſehr ſtickſtoffreichem, leicht verdaulichem Futter oft von gefährlichen Krankheiten befallen werden, kann überhaupt das Eiweiß im Futter nur bis zu einer gewiſſen Grenze eine beſſere Nährwirkung veranlaſſen; darüber hinaus wirkt der Überſchuß auf die Zunahme des Lebendgewichtes kaum günſtiger als eine gleiche Gewichtsmenge von ſtickſtofffreien Nährſtoffen. Wenn z. B. Hofmeiſter in Dresden beobachtet hat, daß bei ausſchließlicher Verabreichung von Fleiſchmehl durch 1 kg auch 1 kg Gewichtszunahme der Tiere bewirkt wurde, ſo kann dieſes höchſtens nur für eine kurze Zeit zutreffen und ſolange die Schweine noch ſehr jung ſind, überhaupt verhältnismäßig raſch an Lebendgewicht zunehmen; bei etwas älteren und ſchwereren Tieren iſt eine derartige Wirkung nicht möglich, und auch im ganz jugendlichen Alter derſelben wird der Erfolg ein günſtigerer und mehr geſicherter ſein, wenn man das Fleiſchmehl in geringerer Menge anderem paſſendem Futter beimiſcht. Es iſt aber das in Rede ſtehende Futtermittel praktiſch um ſo wertvoller, als man damit die Tiere zu der bereitwilligen Aufnahme einer größeren Maſſe des Geſamtfutters,

namentlich von Kartoffeln bestimmen kann. Darüber haben insbesondere die in Hohenheim ausgeführten Versuche Aufklärung gegeben, aus deren Resultaten man auch entnehmen konnte, daß das Fleischprotein, bei gleichem Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter, ziemlich dieselbe Nährwirkung äußert, wie vegetabilisches Eiweiß, z. B. Erbsenprotein. In neuerer Zeit hat das Fleischmehl immer mehr Eingang in die Praxis gefunden; auch wurde es mit günstigem Erfolg an Milchkühe und an Mastochsen verfüttert, welche Tiere ihren Widerwillen gegen dieses Futter bald überwinden, wenn es in geeigneter Mischung und von ganz kleinen Portionen an in allmählich steigender Menge bis zu 1 und $1^1/_2$ kg pro Kopf und Tag verabreicht wird. Wenn die Tiere sich erst an das Fleischmehl gewöhnt haben, so verzehren sie dasselbe sehr begierig. Am hartnäckigsten verweigern die Schafe die Aufnahme dieses Futtermittels; jedoch ist es auch bei ihnen gelungen, sie daran zu gewöhnen, z. B. auf der Versuchsstation in Dresden bei Lämmern, welche vom 6. Lebensmonat an 186 Tage lang ziemlich beträchtliche Quantitäten Fleischmehl verzehrten. Der Erfolg war in diesen Versuchen freilich gegenüber dem Gersteschrot kein besonders günstiger (etwa wie 3 : 4); es ist aber zu beachten, daß ein solcher überhaupt nur bis zu einer gewissen Verengung des Nährstoffverhältnisses zu erwarten ist. Eine günstigere Wirkung zeigte sich auf der Versuchsstation in Kuschen, wo E. Wildt Hammel ausschließlich mit Gerstestroh und Fleischmehl fütterte und bei einem Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter = 1 : 3,5 in einer allerdings nur kurzen Versuchsperiode, eine beträchtliche Gewichtszunahme der Tiere beobachtete. Die Verdauung des Fleischmehls durch die Hammel erfolgte hierbei ebenso vollständig, wie in den Hohenheimer Versuchen mit Schweinen. Bei Kühen äußerte dieses Futtermittel nach Versuchen von Schrodt und Peter in Kiel einen sehr günstigen Einfluß, indem 0,9 kg Milch täglich pro Kopf mehr produziert wurden, wenn man in der Tagesration 1 kg als Ersatz für 1 kg Rapskuchen und $^1/_2$ kg Kleie verabreichte; der prozentige Fettgehalt der Milch blieb dabei unverändert.

5. Von anderen animalischen, an Eiweiß reichen Stoffen sind noch die folgenden als Futtermittel für pflanzenfressende Tiere geprüft worden. Zunächst ist der norwegische Fischguano zu erwähnen, welcher bisher nur als Düngemittel benutzt wurde, aber auch nach den zuerst in Proskau von Weiske und Kellner und sodann von letzterem in Hohenheim angestellten Versuchen sehr wohl zur Fütterung dienen kann und vor dem amerikanischen Fleischmehl den Vorzug hat, daß er meistens von den Tieren, auch von Schafen, rascher und bereitwilliger aufgenommen wird. Der Fischguano enthält nur wenig Fett (etwa 2 %), und die stickstoffhaltigen Bestandteile sind wenigstens zu

einem Drittel sog. leimgebende Substanzen, deren Nährwirkung derjenigen der Eiweißstoffe nicht völlig gleich ist; jedoch hat in den Proskauer Versuchen mit Hammeln sich ergeben, daß die gesamte stickstoffhaltige Substanz des Fischguano wegen der großen Leichtverdaulichkeit sogar einen besseren Nähreffekt äußerte, als ein dieselbe Stickstoffmenge enthaltendes Gemenge von gutem Wiesenheu und Haferschrot. Die Verdauung der gesamten stickstoffhaltigen Substanz des Fischguano fand man in Hohenheim, ebenfalls in Versuchen mit Hammeln zu 90 % und ferner ergab sich, daß die in diesem Präparat so reichlich vorhandene Phosphorsäure bei dem Durchgang durch den Tierkörper relativ leichter löslich und daher im Dünger zu gunsten der Vegetation rascher wirksam wird. Nach solchen Versuchsresultaten kann es nicht zweifelhaft sein, daß auch der Fischguano als ein gutes Kraftfutter anzusehen ist; ob er aber die Konkurrenz mit dem jetzt im Handel relativ billig gewordenen Fleischmehl auszuhalten vermag, erscheint fraglich.

In einigen Versuchen, welche auf der Versuchsstation Kuschen mit Blutmehl oder getrocknetem Blut (Proteïngehalt in der Trockensubstanz 91,9 %) von Wildt angestellt wurden, ergab sich, daß Schweine das Rohproteïn des Blutmehles zu 72 %, Hammel dagegen nur zu 62 % verdauten, wobei das Hauptfutter beziehungsweise aus Kartoffeln und aus Gerstestroh bestand. Das Blutmehl hatte jedoch eine sehr harte und feste Beschaffenheit, und es ist anzunehmen, daß dasselbe bei feinerer Verteilung und besserer Vorbereitung durch Einweichen oder Kochen noch vollständiger zur Verdauung gelangt wäre. Das wirklich verdaute Blutmehlproteïn hatte bei den Schweinen anscheinend dieselbe Nährwirkung wie vegetabilisches Eiweiß, nämlich Erbsenproteïn.

Ein dem Fleischmehl in der Zusammensetzung und Wirkung ähnliches Schweinefutter bilden die Maikäfer, welche in der Trockensubstanz fast dieselbe Menge von Fett und nicht viel weniger Stickstoff enthalten. Der letztere ist aber zum Teil in der Form von „Chitin", einer anscheinend völlig unverdaulichen Substanz, vorhanden, so daß von der Gesamtmenge des Maikäfer-Stickstoffes nur etwa 62 % wirklich verdaut werden, während der Verdauungs-Koëffizient für die Fettsubstanz fast derselbe ist, wie bei dem Fleischmehl, nämlich = 83. Es haben diese Zahlen aus direkten, in Hohenheim ausgeführten Versuchen sich ergeben, in welchen die auf einer Darre getrockneten und mittelst der Kartoffelreibe gröblich zerrissenen Maikäfer zu $^1/_3$ und $^1/_2$ vom Gewicht des Gesamtfutters neben Gerstenschrot an Schweine verfüttert wurden. Im frischen Zustand enthalten die Maikäfer 29 bis 30 % Trockensubstanz und werden ebenfalls gern von den Schweinen gefressen. Jedoch ist es für eine möglichst vorteilhafte Ausnutzung dieses

Futtermittels wichtig, dasselbe beliebig lange, wenigstens über den Sommer bis zum Herbst aufzubewahren; bezüglich der Methoden, wie dieses am zweckmäßigsten geschieht, sind erst noch weitere Versuche anzustellen. Die erwähnten Fütterungsversuche wurden im Winter ausgeführt, und die Maikäfer waren bis dahin im getrockneten und zerriebenen Zustand in lose verschlossenen Fässern aufbewahrt worden. Hierbei beobachtete man, daß die einmal getrocknete Masse nur wenig hygroskopisch ist und selbst an der Luft sich lange Zeit unverändert erhalten würde, wenn nicht leicht Maden oder kleine Würmer in großer Menge sich einfänden. Das letztere wird wohl durch passende Vorkehrungen zu verhindern sein; eine Beimischung von Salz wirkte jedoch in dieser Hinsicht eher nachteilig als günstig. Jedenfalls verdienen die Maikäfer als Schweinefutter Beachtung; 3 Zentner der frisch getöteten Insekten liefern 1 Zentner lufttrockener Futtermasse mit 10 bis 12 % Feuchtigkeit.

6. Von den Abfällen der Molkerei, welche hier noch Erwähnung finden mögen, kommen hauptsächlich die Molken und zwar als Futter für die Schweine in Betracht, wenn wir absehen von der selbstverständlichen Ernährung der ganz jungen Tiere mit Muttermilch, beziehungsweise mit süßer und abgerahmter Kuhmilch. Die Molken enthalten meistens noch etwa 1 % Proteïnsubstanz neben 4 bis 6 % Milchzucker und 0,3 bis 0,6 % Fett; das Nährstoffverhältnis ist darin also keineswegs ein sehr weites, freilich ein wechselndes, je nachdem bei der Käsefabrikation eine mehr oder weniger vollständige Ausscheidung der Eiweißstoffe stattgefunden hat. Für die Schweine sind Molken ein überaus schmackhaftes und gedeihliches Futter, namentlich wenn die große Wässerigkeit derselben durch Zusatz von Körnerschrot vermindert ist; selbst manche diesen Tieren an sich weniger zusagende Futtermittel, wie Kleien, Haferschrot ꝛc., scheinen dadurch zu einer größeren Nährwirkung zu gelangen. Noch weit nährkräftiger als die Molken muß natürlich die abgerahmte, saure oder Schlickermilch sein; es ist darin ein enges Nährstoffverhältnis vorhanden, so daß mit ihrer Hilfe reichliche Mengen von Kartoffeln und anderen stickstoffarmen Futtermitteln um so vollständiger ausgenutzt werden können. Die Milch ist mit allen ihren Bestandteilen als leicht verdaulich anzusehen; selbst wenn dieselbe als ausschließliche Nahrung verabreicht wird, bleibt nur sehr wenig unverdaut, wie die Versuche von Soxhlet in Wien mit Kälbern (vergl. S. 29) beweisen.

c) Knollen- und Wurzelgewächse.

Alle Knollen- und Wurzelgewächse liefern ein weichliches, in zu großer Menge und anhaltend verabreicht, auf den ganzen Verdauungs-

prozeß leicht erschlaffend wirkendes Futter. Die letztere Wirkung wird bei den Kartoffeln durch Kochen und Dämpfen derselben vermindert, und die Schweine vertragen und verdauen davon die reichlichsten Massen, wenn nur durch eine Beigabe von stickstoffreichen Futtermitteln das Nährstoffverhältnis entsprechend verengt worden ist. Aber auch für die Wiederkäuer ist das Wurzelwerk ein durchaus schmackhaftes und gedeihliches Futter, welches in passender Mischung mit Rauhfutter und konzentriertem Futter bei der Milchproduktion und Mästung, selbst bei der Fütterung des Jungviehes eine vortreffliche Wirkung ausübt, namentlich dann, wenn die Menge der darin enthaltenen Trockensubstanz nicht mehr beträgt als höchstens $^1/_4$ von derjenigen des gleichzeitig verabreichten Rauhfutters. In diesem Fall sind die Kartoffeln und Rüben fast absolut verdaulich, die stickstofffreien Extraktstoffe werden bis zu 96 % ausgenutzt und die Verdauungsdepression des Rauhfutterproteïns ist nicht sehr bedeutend (vergl. S. 102).

1. Auf die Zusammensetzung der Kartoffeln haben Varietät und allerlei äußere Verhältnisse, wie Boden, Düngung und Witterung, einen durchaus bedingenden Einfluß; sie enthalten hiernach von 18 bis über 30 % Trockensubstanz, von 1,3 bis 4,5 % Rohproteïn und 12 bis 27 % an reinem Stärkemehl. Je reicher eine Kartoffel an Stärkemehl ist, desto ärmer ist sie gewöhnlich an Stickstoffverbindungen; je wässeriger die Kartoffel wird, desto mehr tritt auch die prozentige Menge des Stärkemehls zurück, desto größer aber ist in der Regel ihr Gehalt an Rohproteïn und meist auch an Aschenbestandteilen, wie man besonders deutlich erkennt, wenn man die Gesamt-Trockensubstanz auf deren prozentige Zusammensetzung berechnet. Bei normaler Ausbildung enthält die Kartoffel wenigstens 25 % Trockensubstanz und das Nährstoffverhältnis ist, ohne Rücksicht auf die Amidverbindungen, wie 1 : 10—12. Auf einem sehr üppigen Bruch- oder nassen Thonboden enthält dieselbe Kartoffelsorte weit weniger Stärkemehl, ist aber stickstoffreicher als auf einem ihrem guten Ausreifen günstigen Sand- oder lehmigen Sandboden. Der humusreiche Thonboden produziert gegenüber dem Sandboden zuweilen sehr große Kartoffeln, deren Stärkemehlgehalt aber geringer ist, als der von Kartoffeln mittlerer Größe desselben Bodens. Dieser Unterschied im Stärkemehlgehalt, welcher durch die Größe der Kartoffel bedingt ist, verschwindet, je mehr der Boden dem Sand- oder dem sandigen Lehmboden ähnlich wird, so daß in den Kartoffeln von letzteren Bodenarten der Stärkemehlgehalt oft mit ihrer Größe zunimmt, namentlich wenn die kleineren Exemplare infolge abnormer Witterungsverhältnisse nachgewachsen und also nicht vollständig zur Reife gelangt sind. Bekannt ist, daß auch die Art der Düngung einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität oder chemische Zusammen-

ſetzung der Kartoffel ausübt; einer Beobachtung von Grouven zufolge enthielt z. B. eine und dieſelbe Sorte nach einer Düngung mit Kali und Kalk 2,27 %, nach einer ſtarken Düngung mit kohlenſaurem Ammoniak dagegen 4,44 % Rohprotein. Indes gilt von der Kartoffel ganz dasſelbe, was bei allen Futterarten zutrifft, daß nämlich der Einfluß des Düngers auf die Beſchaffenheit der Ernte durchaus nach den gleichzeitig vorhandenen ſonſtigen Verhältniſſen ſich geſtaltet, nach Boden, Witterung und Kulturmethode; je nachdem die letzteren Verhältniſſe die Wirkung eines durch ſeine Beſtandteile einſeitig wirkenden Düngers nach einer beſtimmten Richtung hin unterſtützen oder derſelben entgegentreten, wird auch der Ernteertrag nach Quantität und Qualität ganz verſchieden ausfallen. Bezüglich der Kartoffel bemerke ich noch, daß dieſelbe reich iſt an Kali und auch ziemlich viel Phosphorſäure, aber nur ſehr wenig Kalk und Natron enthält; dies iſt wohl zu beachten bei der Milchproduktion und noch mehr, wenn es ſich um die Ernährung junger, im raſchen Wachstum begriffener Tiere handelt.

Das Rohproteïn der Kartoffeln beſteht zum großen Teil, durchſchnittlich zu 40 %, alſo $^2/_5$ aus Amidverbindungen; die beſonders wäſſerigen und dann auch relativ ſtickſtoffreichen Sorten enthalten noch etwas mehr, die weniger wäſſerigen Kartoffeln meiſt eine geringere Menge, aber immer iſt doch wenigſtens $^1/_4$ des Geſamtſtickſtoffes in Amidverbindungen vorhanden. Von den letzteren ſind das Asparagin und das Glutamin durchaus vorherrſchend; anorganiſche Stickſtoffverbindungen, alſo Ammoniak und ſalpeterſaure Salze, findet man ſelten in den Knollen in irgendwie beträchtlicher Menge, während die Stengel und Blätter, namentlich der noch jungen Pflanze, an Nitraten ſehr reich ſind, nach Kreußler's Beobachtungen ſelbſt bis zu 5 % der Trockenſubſtanz an Salpeterſäure enthalten können.

Bei dem Gefrieren erleiden die Kartoffeln einen Verluſt an gärungsfähigem Material, wie Schwackhöfer in Wien bei der Unterſuchung von drei Proben ermittelte, nämlich im Minimum von 3,0 und im Maximum 8,84 % an Stärkewert in der Trockenſubſtanz oder 0,57 und 2,13 % in den Kartoffeln mit urſprünglichem Waſſergehalt; zugleich geht das koagulierbare lösliche Eiweiß zum Teil in den nicht koagulierbaren Zuſtand über, oder es verwandelt ſich in Amidverbindungen, deren an ſich ſchon große Menge in den Kartoffeln bei dem Gefrieren derſelben alſo noch mehr zunimmt. Die gefrorenen Kartoffeln ſind wenig haltbar; ſie können aber durch Einſäuern in gemauerten Gruben vortrefflich konſerviert werden, wie auf der Verſuchsſtation in Pommritz von Heiden nachgewieſen und neuerdings von Fittbogen und Förſter in Dahme beſtätigt wurde. Hierbei ergab ſich aber, daß das Sauerfutter nur dann gut gerät, wenn die Kartoffeln

vorher gedämpft worden ſind, während bei dem Einſäuern im ungedämpften Zuſtande durch Saftausfluß ein erheblicher Verluſt, namentlich an Proteïnſubſtanz ſtattfindet und die Maſſe auch leicht einen den Tieren widerlichen Geſchmack annimmt, da die normale Bildung der Milchſäure alsdann gehindert erſcheint. Der Verluſt an Subſtanz betrug 15—20%. Milchvieh ſollte höchſtens bis zur Hälfte, Jungvieh höchſtens bis zu einem Drittel des Nährſtoffbedarfs mit Kartoffeln (roh oder gedämpft) gefüttert werden. Gekeimte Kartoffeln ſind immer ſchädlich und bewirken leicht ein Verkalben der Kühe; jedenfalls muß man vor dem Verfüttern die an Solanin beſonders reichen Keimlinge entfernen.

2. Von Knollengewächſen ſind außer den Kartoffeln noch die Topinambur zu erwähnen, welche aber bei uns nur ausnahmsweiſe im großen kultiviert werden. Die Knollen dieſer Pflanze ſind noch wäſſeriger als die Kartoffeln, dagegen verhältnismäßig etwas reicher an Rohproteïn. Die Blätter und feinen Teile der ſehr üppig aufwachſenden Stengel werden von den Schafen gern gefreſſen. Hinſichtlich der Amidkörper ſcheinen ſich die Topinamburknollen mehr den Kartoffeln als den Rüben ähnlich zu verhalten; bei einigen Beſtimmungen in Hohenheim fand man reichlich 40% des Geſamtſtickſtoffes an Amidſtickſtoff.

3. Für die Rübenarten iſt es charakteriſtiſch, daß ſie unter den ſog. ſtickſtofffreien Extraktſtoffen vorherrſchend Zucker und außerdem in reichlicher Menge Pektin (vegetabiliſcher Gallertſtoff) enthalten; in einigen derſelben findet man auch Stärkemehl, z. B. in den Mohrrüben. Daß das Pektin, wenigſtens von den wiederkäuenden Tieren leicht verdaut wird, ergab ſich ſchon aus Verſuchen, welche vor längerer Zeit Grouven in Salzmünde mit Ochſen ausführte, und wurde auch in Hohenheim durch die Reſultate zahlreicher Verſuche mit Hammeln beſtätigt, da hierbei die geſamten ſtickſtofffreien Extraktſtoffe der Rüben, ſelbſt bei ſehr reichlicher Fütterung, oft bis zu 98% zur Verdauung gelangten. Es ſcheint auch die Nährwirkung des Pektins, entſprechend ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung, derjenigen des Zuckers und des Stärkemehls ähnlich zu ſein.

Bei allen rübenartigen Gewächſen beobachtet man, daß unter ſonſt gleichen Verhältniſſen mit der Größe oder dem Gewicht der einzelnen Exemplare die Wäſſerigkeit zunimmt, die Geſamtmenge der Trockenſubſtanz alſo eine geringere wird. Je kräftiger ferner der Boden iſt und je reichlicher derſelbe namentlich mit Stallmiſt gedüngt wurde, deſto größer iſt auch der Gehalt an Rohproteïn, überhaupt an Stickſtoffverbindungen in der Trockenſubſtanz der Rübe. Im einzelnen aber verhalten ſich die Rübenarten in dieſer Hinſicht verſchieden. Am ſtickſtoffärmſten, aber am reichſten an Geſamt-Trockenſubſtanz ſind die Zuckerrüben, wenigſtens wenn dieſelben bei der Kultur nach Wunſch der

Zuckerfabrikanten geraten, während sie in großen, über 1 kg schweren Exemplaren, wie sie nach frischer und üppiger Düngung oder bei dem Anbau der Pflanzen in weiteren Zwischenräumen wachsen, auch eine derjenigen der Futterrunkeln mehr ähnliche Zusammensetzung annehmen. Es ergeben übrigens die Stickstoffbestimmungen bei den Rübenarten bezüglich der daraus berechneten Menge der Proteïnstoffe zu hohe Zahlen, wenn man nicht beachtet, daß ein sehr bedeutender Teil des Stickstoffes in der Form von Amidverbindungen und oft auch von salpetersauren Salzen vorhanden ist und daher nicht als Eiweißsubstanz berechnet werden darf. Dies ist vorzugsweise bei sehr großen, unter dem Einfluß einer stickstoffreichen Düngung üppig gewachsenen Exemplaren von Futterrunkeln der Fall, in welchen zuweilen kaum ein Drittel des Gesamtstickstoffes als Bestandteil von wirklichen Eiweißstoffen sich vorfindet. Es mag hiermit im Zusammenhang stehen, daß die unter dem Einfluß des Rübenfutters beobachtete Nährwirkung häufig keine so günstige gewesen ist, wie man nach der Menge und analytisch ermittelten Zusammensetzung der Trockensubstanz, namentlich nach dem Gehalt der letzteren an Stickstoff wohl hätte erwarten können. Die Möhren, Stoppelrüben und besonders die Kohlrüben sind nach Untersuchungen von O. Kellner unter sonst gleichen Verhältnissen ärmer an Salpetersäure und Amidstoffen als die Futterrunkeln; in jenen Rübenarten kommen auf die Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur, ähnlich wie in den Kartoffeln, durchschnittlich etwas über 40, in den Futterrunkeln aber gewöhnlich mehr als 60 % des Gesamtstickstoffes. Das in einigen Gegenden übliche frühzeitige Blatten der Rüben, namentlich der Futterrunkeln, wirkt überaus nachteilig auf die Quantität und Qualität der Erträge; es vermindert die erstere, nach vorliegenden Beobachtungen manchmal bis auf die Hälfte. Dabei fiel der Zuckergehalt der stark geblatteten Rüben in einem solchen Falle um 3,8 % niedriger aus, und die Wässerigkeit derselben war vermehrt, der ganze Zustand bei der Ernte ein noch unreifer.

Die Schmackhaftigkeit der einzelnen Rübenarten und nach den Wahrnehmungen der Praxis selbst der Nähreffekt bei gleichem Trockengehalt und Nährstoffverhältnis ist verschieden. Am meisten werden die Mohrrüben geschätzt, denen man vor anderen Rübenarten eine besonders günstige diätetische Wirkung zur Beseitigung der „Dick- und Vollblütigkeit“ beilegt und daher in geringen Gaben an junge und alte Tiere, auch an Pferde gern verabreicht, namentlich wenn diese anhaltend stickstoffreich gefüttert worden sind. Auch die Kohlrüben sollen absolut und relativ besser nähren als die gewöhnlichen Futterrunkeln.

4. Die Spiritusfabrikation aus Kartoffeln hat in den Wirtschaften, deren Kulturboden dem Gedeihen dieser Pflanze zusagt, eine

große Verbreitung gefunden, hauptsächlich weil mit Hilfe der dabei gewonnenen Schlempe manchmal eine fast ebenso große, unter Umständen sogar eine noch größere Gesamtwirkung des Futters erzielt wird, als wenn man die Kartoffeln direkt verfüttert. Um nämlich im letzteren Fall die Kartoffeln möglichst vollständig auszunutzen, müßte man sehr beträchtliche Massen von stickstoffreichen Futtermitteln zukaufen, da diese, namentlich bei vorherrschend sandiger Beschaffenheit des Bodens, in der Wirtschaft selbst nicht in genügender Menge produziert werden könnten, und auch die etwa geernteten Lupinen als Futtermittel doch meist eine nur beschränkte Anwendung finden, hauptsächlich als Schaffutter. Die Kartoffelschlempe aber ermöglicht eine mehr rationelle Fütterung schon ohne allen direkten Zukauf, da bei ihrem engeren Nährstoffverhältnis nicht allein die eigenen Bestandteile fast vollständig verdaut und resorbiert werden, sondern auch ein großes Quantum von gleichzeitig verabreichten stickstoffarmen Futtermitteln, namentlich von Stroh und Spreu, zu einer besseren Ausnutzung gelangt. Hierbei bleibt auch alles, was dem Boden an Pflanzennahrung entzogen worden ist, der Wirtschaft erhalten, da die ganze Menge der stickstoffhaltigen Substanz und der Aschenbestandteile aus den Kartoffeln und dem zum Einmaischen derselben benutzten Malz zunächst in die Schlempe übergeht. Es ist daher begreiflich, daß insbesondere solche Landgüter, welche einen vorherrschend sandigen, aber guten Kartoffelboden besitzen, oft allein durch das Mittel der Spiritusfabrikation zu einer intensiveren Kultur und einem wesentlich vorteilhafteren Betrieb haben gelangen können. Absolut freilich verliert die Kartoffel durch die Umwandlung von Stärkemehl in Alkohol an Gesamt-Nährstoff, aber dieser Verlust macht sich in der Wirtschaft oft kaum bemerkbar, weil ganz gewöhnlich andere an stickstofffreien Nährstoffen reiche Futtermittel zur Genüge vorhanden sind, welche nun ebenso, wie die von der Kartoffel in der Schlempe übrig gebliebenen Reste, einen um so besseren Nähreffekt äußern. Allerdings enthält die Schlempe, ebenso wie die Kartoffel selbst und das beim Einmaischen zugesetzte Gerstemalz auch Stickstoff in nicht eiweißartiger Verbindung; aber es hat sich aus Untersuchungen, die in Halle von Morgen und Behrend angestellt wurden, das interessante Resultat ergeben, daß bei der Gärung der Maische eine nicht unbedeutende Menge von Amidkörpern in Eiweißstoffe sich umwandelt. Während nämlich in zwei Fällen die süße Maische von 100 Teilen des Gesamtstickstoffes nur 55,06 und 54,46 Teile in Eiweiß und Peptonen enthielt, fand man nach der Vergärung der Maische in gleichen Verbindungen 71,27 und 71,93 Teile, also eine Steigerung um 16,21 und 17,47 Teile. Hiernach wird man auch in der Kartoffelschlempe einen relativ geringeren Gehalt von Amidstickstoff annehmen

müſſen als in der verarbeiteten Kartoffel, nämlich durchſchnittlich etwa 25 gegenüber von reichlich 40 % des Geſamtſtickſtoffes. Auf ſolche Weiſe erklärt ſich der hohe Wert der Kartoffelſchlempe noch beſſer als bisher.

In der gewöhnlichen Kartoffelſchlempe ſind, je nachdem dünner oder dicker eingemaiſcht worden iſt, 7 bis 8 % Trockenſubſtanz enthalten mit einem Nährſtoffverhältnis (nach bisheriger Rechnungsweiſe) von 1 : 3 bis 4. Bei dem in neuerer Zeit angewandten Hollefreund'ſchen Verfahren der Spiritusfabrikation, wobei eine vollſtändigere Aufſchließung der Maiſchmaterialien, eine innigere Miſchung derſelben und eine größere Energie der Gärung bewirkt wird, gewinnt man eine Schlempe von geringerem Trockengehalt (5 bis 6,5 %), aber mit entſprechend engerem Nährſtoffverhältnis = 1 : 2,5 bis 3. Bezüglich der Kartoffelſchlempe iſt ferner zu beachten, daß darin eine verhältnismäßig bedeutende Menge von Mineralſtoffen (0,5 bis 0,8 %) und von Rohfaſer (0,6 bis 0,9 %) enthalten iſt.

Die Kartoffelſchlempe wird mit Erfolg an alle landwirtſchaftlichen Tiere verfüttert, ganz beſonders geeignet aber iſt ſie für das erwachſene Rindvieh, für Kühe, Maſttiere und Arbeitsochſen; den Schafen, Schweinen und namentlich den Pferden, ſowie allem Jungvieh darf ſie nur mit Vorſicht und in geringer Quantität verabreicht werden. Selbſtverſtändlich iſt es, daß man bei einem ſo wäſſerigen Futter überall auch die nötige Menge von trockenen oder mehr konſiſtenten Futtermaterialien den Tieren darbieten muß. Die zu reichliche Schlempefütterung bewirkt eine Erſchlaffung des ganzen Organismus und kann ſchließlich zu gefährlichen Krankheiten führen; bei der ſog. Schlempemauke ſcheint auch ein in der Schlempe leicht ſich entwickelnder Mikrokokkus mit thätig zu ſein. Mäßige Gaben von Schlempe wirken günſtig für die Quantität und auch nicht nachteilig für die Qualität der Milch; zu viel aber, d. h. auf 500 kg Lebendgewicht der Kühe mehr als etwa 25 kg macht die Milch oft dünn und die Butter ſchlecht, indem die letztere weich und weniger haltbar wird, auch leicht einen bitteren Geſchmack annimmt. Kühe der Holländer Raſſe ſcheinen die Schlempe beſonders gut zu vertragen, wenigſtens fand man in Proskau, daß bei Verabreichung von 40 l pro Tag und Stück die Quantität und auch der Fettgehalt der produzierten Milch nicht geringer ausfiel als bei Grünfütterung (Klee, Mais und Buchweizen) der Tiere.

Von noch größerem Nährwert als die Kartoffelſchlempe iſt die Roggenſchlempe und die Maisſchlempe, weil die betreffenden Getreidearten bei der Spiritusfabrikation nicht ſo vollſtändig vergären, wie die Kartoffeln und die daraus gewonnene Schlempe meiſtens auch etwas reicher iſt an Geſamt-Trockenſubſtanz. Dagegen iſt die Schlempe

von Rübenmelasse ein sehr schlechtes Futtermittel, welches höchstens zu $^1/_3$ mit Kartoffelschlempe verfüttert werden darf. Zwar ist der Gehalt an Trockensubstanz keineswegs unbedeutend (8 bis 9 %), aber die große Menge von Mineralsalzen (bis zu 2 %) scheint nachteilig zu wirken, und außerdem sind die stickstoffhaltigen sowohl als die stickstofffreien organischen Bestandteile großenteils von sehr zweifelhaftem Nährwert. In neuerer Zeit kommt auch künstlich eingedampfte und getrocknete Schlempe im Handel vor. Es ist dies ein vortreffliches Futtermittel, wenn es aus Brennereien stammt, in welchen man Körner, namentlich Roggen und Mais verarbeitet; an Nährkraft übertrifft es alsdann oft sogar die getrockneten Biertreber wegen größeren Gehalts an Protein und Fett und geringeren Gehalts an Rohfaser.

5. Die Rückstände der Zuckerrüben von deren fabrikmäßigen Verarbeitung werden überall, wo hierzu Gelegenheit geboten ist, als Futtermittel benutzt. Es sind dieselben jedoch je nach der Methode der Saftgewinnung von sehr verschiedener Beschaffenheit. Die nach dem älteren Verfahren gewonnenen Preßlinge enthalten gegen 30 % Trockensubstanz, und das Nährstoffverhältnis darin ist = 1 : 10 bis 12, zuweilen ein noch weiteres. Mit einem ähnlichen Nährstoffverhältnis, aber mit nur 15—20 % Trockensubstanz ergeben sich die Rückstände bei dem Centrifugalverfahren, also die Centrifugen-Rückstände. Von wesentlich anderer Beschaffenheit sind die Diffusions-Rückstände, wenn nämlich bei der betreffenden Methode der Saftgewinnung die Rüben nicht im breiartigen Zustand verarbeitet, sondern in der Form von feinen Schnitzeln mit mäßig warmem Wasser extrahiert werden, also auf dem Wege der Diffusion ihren Zuckergehalt abgeben, während die schwer diffundierenden Eiweißstoffe zum größeren Teil zurückbleiben. Hierdurch wird in den Rückständen ein engeres Nährstoffverhältnis (1 : 6 bis 8) gebildet, was für die Verfütterung derselben von Wert ist, um so mehr als die darin vorhandenen Stickstoffverbindungen als wirkliche Eiweißstoffe gelten können, da die leicht löslichen Amidkörper auch bei dem Diffusionsverfahren ziemlich vollständig in den Saft übergehen. Ein Übelstand ist es, daß die frischen Diffusionsschnitzel nach dem Auslaugen überaus wässerig sind, oft nur etwa 6 % Trockensubstanz enthalten; durch mäßiges Auspressen läßt sich der Trockengehalt bis auf 10 %, durch sehr starkes, aber um so kostspieligeres Pressen bis 14,5 % erhöhen und selbst bei 300 Atmosphärendruck bleiben noch c. 82 % Wasser zurück. Das Einkuhlen oder Einsäuern in Erdgruben und gemauerten Silo's ist bei den Diffusionsschnitzeln, ähnlich wie bei dem Grünfutter (s. S. 118) immer mit einem größeren oder geringeren Verlust an wertvoller Substanz verbunden. In Versuchen, welche man hierüber in der Provinz

Sachsen anstellte, kamen beträchtliche Massen, nämlich von 12750 bis 63430 kg in Anwendung und es ergaben sich dabei nach den in Halle von Märcker ausgeführten Untersuchungen infolge des 3—13 Monate langen Einsäuerns folgende Verluste in Prozenten der betreffenden Stoffe:

	Trockensubst.	Rohfaser.	Rohprotein.	Stickstofffr. Extraktstoffe.
Mittel . .	34,8	29,6	24,5	37,8
Schwankungen	14—46	9—52	5—40	15—57

Wichtig ist dabei ein möglichst festes und luftdichtes Einstampfen der Masse; eine Beimischung von Strohhäcksel oder Spreu hat sich als schädlich erwiesen, indem dadurch z. B. in einem Falle der Verlust an organischer Substanz von 21,8 bis auf 29,0 % gesteigert wurde. Durch möglichst vollständiges Austreiben der Luft und Verhinderung des Luftzutrittes infolge starker Belastung läßt sich bei dem Einsäuern von Schnitzeln, wie auch von Grünfutterarten, der Verlust an Substanz wesentlich vermindern, nach Liebscher sogar bis auf 6—8 %. Jedoch wird gegenwärtig eine andere Methode der Aufbewahrung empfohlen und verdient gewiß auch Beachtung, weil dabei etwaige Verluste an Substanz fast völlig ausgeschlossen sind. Es besteht diese Methode darin, daß die Diffusionsrückstände unter Anwendung von künstlicher Wärme völlig ausgetrocknet werden, was nicht mehr so schwierig und kostspielig ist, seitdem Märcker gefunden hat, daß aus den frischen Schnitzeln der größte Teil des Wassers, bis auf 30—35 % Trockensubstanz des Rückstandes mit Leichtigkeit sich auspressen läßt, wenn man die Schnitzel vorher in geeigneter Weise mit einer mäßigen Menge von Kalkmilch oder überhaupt Ätzkalk (0,5 % der Schnitzel) behandelt und damit 20 Minuten bis $^1/_2$ Stunde in Berührung gelassen hat; der Verlust beim Auspressen beträgt nur etwa 6 % der Trockensubstanz. Die getrockneten Diffusionsrückstände halten sich sehr gut; sie sind wenig hygroskopisch und nicht zur Schimmelbildung geneigt. Auch hat man in direkten, hauptsächlich in der Provinz Sachsen ausgeführten Fütterungsversuchen beobachtet, daß sie von Milchkühen, Mastochsen und Mastschafen begierig, auf 500 kg Lebendgewicht täglich bis zu 10,5 kg ungeachtet ihres Kalkgehalts (4,5 % der Trockensubstanz, zur Hälfte etwa kohlensaurer Kalk) ohne allen Nachteil für die Gesundheit der Tiere verzehrt werden; Pferde und Schweine fressen sie weniger gerne. Namentlich war die Wirkung für die Milchproduktion und Mästung gegenüber der wässerigen Fütterung von Schlempe und nassen Schnitzeln eine sehr günstige. Die getrockneten Schnitzel äußerten bei diesen Versuchen wenigstens eine ebenso gute Wirkung wie ein gleiches Quantum Heu und konnten auch als Ersatz eines großen Teiles der Kraftfutter-

mittel dienen, ſpeziell der Kleie und des Gerſteſchrots in dem Verhältnis von $1^1/_2$: 1. Bei dem größeren Kalkgehalt glaubt Märcker, daß die nur ausgepreßten, nicht aber weiter getrockneten Schnitzel (mit etwa 30 % Trockenſubſtanz) durch Einſäuern ſich nicht wohl konſervieren laſſen, indem ſie zu leicht und ſchnell faulen; jedoch hat Müller in Hildesheim beobachtet, daß die Konſervierung der mit Kalk behandelten und ausgepreßten Schnitzel nach dem Syſtem der ſüßen Enſilage von G. Fry (vgl. S. 120) recht gut gelingt. In einer Lehmgrube, bei Belaſtung von 50 kg pr. Quadratfuß betrug der Verluſt im Verlaufe von 5 Monaten 9,9 % (in einer gut verpichten Tonne nur 2,02 %); das hierbei erzielte Futter hatte einen angenehm ſäuerlichen Geruch und wurde von dem Vieh gern gefreſſen.

Die Fütterung

der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Die Gesetze der tierischen Ernährung sind im wesentlichen dieselben für alle Gattungen der Säugetiere; sie gewähren daher auch eine feste Grundlage für die Praxis der landwirtschaftlichen Fütterung. Nur durch die Art des Futters, welches sie verzehren, nicht durch die Art der Nährstoffe und deren allgemeine Wirkung auf den Organismus unterscheiden sich die einzelnen Tiergattungen von einander. Der Magen und Darm des Pflanzenfressers, insbesondere der wiederkäuenden Tiere, hat die Fähigkeit, ein für den Fleischfresser schwer und im älteren Zustande gar nicht verdauliches Kohlehydrat, die Cellulose nämlich, in lösliche Verbindungen überzuführen und dadurch auch aus den an Cellulose reichen Futtermitteln das Stärkemehl, Eiweiß ꝛc. gleichsam frei, den Verdauungssäften zugänglicher zu machen. Wenn aber die für alle Tiere gleichen Nährstoffe einmal in den Kreislauf der Säfte eingetreten sind, dann sind auch die Wirkungen und die Zersetzungsvorgänge ihrer ganzen Richtung nach überall dieselben, beim Pflanzenfresser wie beim Fleischfresser; der quantitative Erfolg der betreffenden Prozesse ist freilich oft ungleich wegen der meist verschieden großen Zufuhr der einzelnen Nährstoffe, er kann aber auch ganz der gleiche sein, da unter Umständen der Fleischfresser ebenso viel an Kohlehydrat aufnimmt, verdaut und resorbiert, wie der Pflanzenfresser (s. S. 32).

Bei der Feststellung der Menge und des Verhältnisses der Nährstoffe im täglichen Futter der Tiere und für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung kann es sich selbstverständlich nur um die wirklich verdaulichen Futterbestandteile handeln. Die früher übliche Rechnung mit „Rohbestandteilen" des Futters hat man jetzt aufgegeben. Wenn man ein klares Verständnis von den Forschungsresultaten der Neuzeit sich verschaffen und dieselben als Grundlage und Richtschnur für die Praxis der landwirtschaftlichen Fütterung benutzen will, dann darf man nur mit wirklichen Nährstoffen rechnen; es gestalten sich auf diese Weise alle Verhältnisse weit einfacher, indem man

nicht mehr nötig hat, allerlei unbestimmte Voraussetzungen zu machen und den gleichnamigen Bestandteilen des Rauhfutters und Beifutters vielfach ungleiche Werte beizulegen. Es kommen bei der neuen Rechnungsweise bezüglich der landwirtschaftlichen Nutztiere hauptsächlich nur zweierlei Klassen von organischen Nährstoffen in Betracht, nämlich Eiweiß und Kohlehydrate oder stickstoffhaltige (Nh) und stickstofffreie (Nfr) Nährstoffe; die Gesamtmenge der letzteren ist nach Zusammensetzung und Nährkraft dem Stärkemehl nahezu gleich, insbesondere wenn das im Futter enthaltene Fett, soweit dasselbe überhaupt verdaut wird, auf das Stärkemehl-Äquivalent reduziert worden ist. Wir werden jedoch auch das Fett als solches in den „Fütterungsnormen" aufführen, obgleich es nicht möglich ist, die passendste Menge dieses Futterbestandteiles für jeden einzelnen Fütterungszweck mit einiger Sicherheit festzustellen, solange hierüber nur erst wenige und auch in ihren Resultaten oft sich widersprechende Versuche vorliegen. Nur im allgemeinen weiß man, daß das Nahrungsfett im Tierkörper leichter zum Ansatz gelangt, als das aus dem resorbierten Eiweiß sich abspaltende oder sonst neu gebildete Fett, und daß ersteres unter Umständen als sehr konzentriertes Respirationsmittel eine günstige Wirkung ausübt, während dasselbe in seinem Verhalten zum Umsatz und Ansatz des Eiweißes durch Kohlehydrate leicht ersetzt werden kann. Es ist daher anzunehmen, daß das im täglichen Futter enthaltene Fett bei der Mästung und Milchproduktion, auch bei der Fütterung der Zugtiere, zunächst der Pferde, eine direkt wichtige Rolle spielt, daß also vorzugsweise in den Fällen, wo der ganze Fütterungszweck ein verhältnismäßig stickstoffreiches Futter verlangt, passend auch in dem letzteren die Menge des Fettes zu erhöhen sein möchte. Die Fütterungsnormen müssen endlich auch über die Gesamtmenge der organischen Substanz im täglichen Futter der Tiere Auskunft geben; es wird hierdurch, bei gleichzeitiger Angabe der verdaulichen Bestandteile, angedeutet, wie überhaupt das Gesamtfutter nach Volumen und Nährkraft beschaffen ist, ob daran größere oder geringere Mengen von voluminösen oder mehr intensiv nährenden Futtermitteln Anteil haben. Bezüglich aller Fütterungsnormen aber ist zu erwähnen, daß man dieselben in der Praxis nicht gar zu ängstlich, bis auf ein ganz genaues Zutreffen der einzelnen Zahlen zu befolgen braucht; ihre große Bedeutung liegt nur darin, daß sie einen allgemeinen Anhalt gewähren und die richtigeren Ernährungsverhältnisse rasch erkennen lassen, welche man stets im Auge behalten muß, um den relativ größten Nutzen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung zu erzielen.

Bei den Futterberechnungen hat man neben den Eiweißstoffen auch die Amidverbindungen, überhaupt die Stickstoffverbindungen

nicht eiweißartiger Natur zu beachten. Wenn man aber als Grundlage für die Berechnung der Nährstoffverhältnisse und Fütterungsnormen von den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Futters nur das verdauliche wirkliche Eiweiß benutzen wollte, so müßten die hierbei bis jetzt als Anhalt oder Richtschnur dienenden Zahlen in vielen Fällen eine wesentliche Veränderung erleiden. Zu einer solchen Veränderung ist die Zeit noch nicht gekommen, da wir bis jetzt weder über den Gehalt der Futtermittel an Amidstoffen, noch über deren Bedeutung für den tierischen Ernährungsprozeß hinreichend orientiert sind (s. S. 73); vorläufig muß man das Bisherige noch beibehalten und kann die in dieser Richtung bis jetzt vorliegenden Forschungsresultate bei den Futterberechnungen gleichsam nur nachträglich berücksichtigen. Wie dieses mit Hilfe der im Anhang mitgeteilten Tabelle über den Gehalt einer Reihe von Futtermitteln an Eiweiß- und Nichteiweiß-Stickstoff möglich ist, soll später erörtert werden; hier bemerke ich, daß bei den im folgenden aufgeführten Nährstoffverhältnissen und Fütterungsnormen auf etwa vorhandene „Amidverbindungen" ꝛc. noch keine Rücksicht genommen wurde.

Wir betrachten es als die wichtigste Aufgabe der landwirtschaftlichen Fütterungslehre, gleichsam als das Ziel unseres Strebens auf dem Gebiete derselben, für die verschiedenen Fütterungszwecke die passendste Menge und das richtige Verhältnis der Nährstoffe im täglichen Futter der Tiere zu ermitteln, und von unserem Standpunkte aus müssen wir im vorliegenden Abschnitt dieser Ausarbeitung uns auch hauptsächlich auf Erörterungen hierüber beschränken. Alles, was auf die Schmackhaftigkeit oder etwaige „spezifische" Wirkung der einzelnen Futtermittel für die verschiedenen Tiergattungen oder für diesen und jenen Fütterungszweck sich bezieht, ist Sache der praktischen Erfahrung, oder den betreffenden, von praktischen Landwirten verfaßten Lehrbüchern zu entnehmen. Bei dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft müssen wir voraussetzen, daß die gleichnamigen Nährstoffe, mögen sie aus den Rauhfutterarten, den konzentrierten Futtermitteln oder den Wurzelgewächsen herstammen, wenn sie einmal verdaut und resorbiert worden sind, eine gleiche Nährwirkung auf den tierischen Organismus ausüben. Namentlich können wir uns nicht vorstellen, daß die in den Rauh- und Grünfutterarten vorhandenen wirklichen Eiweißstoffe, also abgesehen von den in verschiedener Menge vorkommenden Amidverbindungen, unter sonst völlig gleichen Umständen sich wesentlich anders verhalten sollten, als diejenigen Eiweißstoffe, welche bei der Reife der Pflanze in den Samenkörnern sich angesammelt haben. Ob freilich gleiches bezüglich der stickstofffreien Futterbestandteile überall zutrifft, ist schon jetzt, zunächst im Hinblick auf die Rohfaser (s. S. 80) sehr fraglich, wird aber mit genügender Sicherheit erst aus den Resultaten weiterer For-

schungen zu entnehmen sein. Auch mag in dem einen Fall durch größere Schmackhaftigkeit oder durch einen gewissen diätetischen Einfluß des Futters auf die Verdauungsorgane und das ganze Nervensystem ein erhöhtes Wohlbefinden des Tieres, sowie für den Augenblick eine stärkere Kraftleistung ermöglicht werden, als in dem anderen Fall; dies zu beurteilen, überlassen wir dem Praktiker.

Es ist ferner nicht unsere Absicht, über die passendste Behandlung und Pflege des Viehes, über Stalleinrichtungen, Futterordnung oder die verschiedenen Methoden der Zubereitung des Futters Erörterungen anzustellen. Wir setzen vielmehr voraus, daß alles hierauf Bezügliche aus der Praxis bekannt ist und in zweckdienlicher Weise zur Anwendung kommt; nur wenn letzteres geschieht, kann man von den im Futter dargebotenen Nährstoffen die relativ höchste Ausnutzung erwarten, auch dann, wenn z. B. durch die Art der Zubereitung des Futters keineswegs die Verdaulichkeit desselben, sondern nur die Schmackhaftigkeit und damit das bereitwillig aufgenommene Gesamtquantum erhöht wird.

Man unterscheidet gewöhnlich zwischen Erhaltungsfütterung der Tiere und deren Produktionsfütterung. Jedoch läßt sich die letztere von der ersteren nicht immer scharf trennen, es handelt sich nur um eine mehr oder weniger starke und intensive Ernährungsweise, je nach den verschiedenen Zwecken der Fütterung, welche wir im folgenden nebst den betreffenden Fütterungsnormen betrachten wollen.

Es ist leicht begreiflich, daß, um volljährige und in der Stallruhe befindliche Tiere auf einem mittleren Ernährungszustand zu erhalten, ein Minimum von Eiweiß im täglichen Futter genügen muß und ein viel weiteres Nährstoffverhältnis vorhanden sein kann, als bei der Produktionsfütterung. Für die letztere wirken, wie schon mehrfach erwähnt wurde, mittlere Nährstoffverhältnisse am vorteilhaftesten. Das Eiweiß der Nahrung ist fast bei jeder Produktion, von Kraft, Fleisch, Fett, Milch, Wolle ꝛc. direkt thätig und liefert oft auch vorherrschend das dazu erforderliche Material; das Nährstoffverhältnis darf daher kein zu weites sein, weil sonst nicht die zu einer lohnenden Produktion nötige Menge Eiweiß im täglichen Gesamtfutter von den Tieren aufgenommen werden könnte. Außerdem haben wir gesehen (S. 101 ff.), daß zu weite, eine gewisse Grenze überschreitende Nährstoffverhältnisse immer auch, und zwar oft sehr beträchtlich, die Verdauung zunächst der Proteïnsubstanz des Rauhfutters vermindern, wodurch also wiederum die absolute Menge des für Produktionen verschiedener Art verwendbaren Eiweißes eine geringere wird. Auf der anderen Seite aber darf das Nährstoffverhältnis nicht als ein zu enges sich gestalten; in diesem Fall wird durch das Nahrungseiweiß

zunächst und hauptsächlich der intermediäre Eiweißstrom verstärkt, die Menge des sog. Zirkulationseiweißes im Tierkörper erhöht und damit eine oft ganz unnötig vermehrte Zerstörung wertvoller Eiweißsubstanz veranlaßt. Das Resultat ist alsdann oft sogar ein schlechteres, als wenn absolut und relativ weniger an Eiweiß von den Tieren verzehrt wurde, d. h. bei einer im allgemeinen kostspieligeren Fütterungsweise weniger gut, als bei einer billigeren. Es ergiebt sich hieraus, daß eine rationelle Produktionsfütterung hinsichtlich der Nährstoffverhältnisse nur innerhalb ziemlich enger Grenzen sich bewegen darf.

Bei der Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere sind als mittlere und daher für eine lohnende Produktion besonders geeignete Nährstoffverhältnisse 1 : 4 bis 1 : 7 anzusehen. Bei einem weiteren Nährstoffverhältnis als 1 : 7 ist in dem Gesamtfutter nicht genügend Eiweißmaterial vorhanden, um die beabsichtigte Produktion rasch und sicher zu erreichen; dieselbe erfolgt vielmehr langsam und ohne Energie, so daß der erwartete Geldgewinn großenteils ausbleibt, auch wenn das betreffende Futter an sich ein billiges war. Engere Nährstoffverhältnisse als 1 : 4 sind bei der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere niemals erforderlich, sie würden ganz unnötigerweise die Stoffzerlegung im Tierkörper erhöhen und damit noch empfindlichere Verluste bewirken als zu weite Nährstoffverhältnisse. Zwischen 1 : 4 und 1 : 7 werden wiederum die für die einzelnen Zwecke der Produktionsfütterung am meisten passenden Verhältnisse festzustellen sein, obgleich wohl durchschnittlich anzunehmen ist, daß innerhalb dieser Grenzen mit dem Engerwerden des Verhältnisses bei gleichem Gesamtquantum von wirksamem Nährstoff die Produktion eine um so größere sein möchte, — ob aber auch eine vorteilhaftere, darüber läßt sich nur unter sorgfältiger Abwägung der jedesmal vorhandenen Umstände entscheiden.

Die mittleren Nährstoffverhältnisse, 1 : 4 bis 1 : 7, entsprechen auch am meisten der „naturgemäßen" Fütterung der landwirtschaftlichen Tiere. Allerdings wird häufig das Wiesenheu mittlerer Güte (Nährstoffverhältnis = 1 : 8) gleichsam als das Normalfutter zunächst für die Wiederkäuer betrachtet; es kann dies aber nur für die Erhaltungsfütterung und eine mäßige Produktion als richtig gelten, für eine rasche und reichliche Produktion von Fleisch, Fett, Milch und Kraft genügt das gewöhnliche Wiesenheu keineswegs, auch wenn es bis zur völligen Sättigung der Tiere verabreicht wird. Das Normalfutter der grasfressenden Tiere ist vielmehr das Gras, wie sie es auf einer guten Weide finden, und in dem Weidefutter hat man ein Nährstoffverhältnis = 1 : 4 bis 6. Nur bei einem solchen Verhältnis und wenn gleichzeitig vermöge der mechanischen Beschaffenheit des Futters das erforderliche absolute Quantum von Nährstoff aufgenommen werden

kann, ist bei den Kühen die höchstmögliche Milchproduktion, bei dem Jungvieh ein normales Wachstum, bei Masttieren eine entsprechende Fettbildung zu erwarten. Auf der Weide werden nur die zarten Gräser und Kräuter bereitwilligst verzehrt, dagegen die langstengeligen und schon in die Blüte getretenen Pflanzen verschmäht; das letztere Futter, also auch das daraus bereitete Heu, kann daher unmöglich ein durchaus naturgemäßes und normales sein.

In dem Kleeheu mittlerer Qualität ist das Nährstoffverhältnis = 1 : 5 bis 6; es würde also hiernach einer Produktionsfütterung besser entsprechen als das Wiesenheu, aber wegen der meist holzigen und voluminösen Beschaffenheit kann damit nicht eine genügende Menge von Gesamtnährstoff aufgenommen werden, man muß zum Zweck einer möglichst hohen Produktion ein leichtverdauliches Beifutter mit ähnlichem Nährstoffverhältnis verabreichen. Der junge Klee, wie er vor der Blüte häufig geschnitten und als Grünfutter benutzt wird, hat ein Nährstoffverhältnis = 1 : 4 und sogar = 1 : 3; die ausschließliche Fütterung desselben ist alsdann eine Futterverschwendung, es ist damit ein großer Verlust, namentlich von Eiweißsubstanz verbunden, und man erreicht dasselbe Resultat auf eine meist billigere Weise, wenn durch Beimischung von Strohhäcksel, Spreu ꝛc. das Nährstoffverhältnis bis auf 1 : 5 erweitert wird. Bei dem in voller Blüte geschnittenen Grünklee ist natürlich eine derartige Beimischung unnötig, es wird im Gegenteil eine Beigabe von geeignetem, leichter verdaulichem Futter oft am Platze sein.

Es ist ferner bemerkenswert, daß auch in den Körnern der Cerealien, also in unseren wichtigsten Brotfrüchten, ein mittleres Nährstoffverhältnis = 1 : 5 bis 7 vorhanden ist, in der Gerste und besonders im Mais meistens ein etwas weiteres als im Hafer, Roggen und Weizen. Ähnlich ist es auch bei den Kleiearten (1 : 4 bis 5), während die Hülsenfrüchte, Biertreber, Malzkeime und Branntweinschlempe bekanntlich sehr stickstoffreich sind und ein Nährstoffverhältnis = 1 : 2 bis 3 haben, welches in den gewöhnlichen Ölkuchen noch mehr, bis auf 1 : 1 bis 2 sich verengt. Derartige stickstoffreiche Substanzen äußern eine vorzügliche Wirkung, oft schon wenn sie in verhältnismäßig kleinen Mengen neben einem stickstoffarmen Beifutter oder Hauptfutter verabreicht werden.

Selbst in dem natürlichsten und am meisten produktionsfähigen Futter der ganz jungen Tiere, nämlich in der Muttermilch, findet man immer noch ein ziemlich mittleres Nährstoffverhältnis, sobald man das vorhandene Fett mit dessen Stärkemehläquivalent in Rechnung bringt, z. B. in Kuhmilch = 1 : 4,5 (bei durchschnittlich 3 % Eiweiß, 3,5 % Fett und 5 % Zucker). In der Milch fleischfressender Säugetiere ist

das Nährstoffverhältnis gewöhnlich ein engeres, in der Frauenmilch ein etwas weiteres als in der Kuhmilch. Ähnlich verhält es sich mit der normalen Nahrung des Menschen, welche man recht eigentlich als eine produktive bezeichnen kann; nach zahlreichen Beobachtungen aus dem täglichen Leben und nach direkten Versuchen, namentlich von C. Voit, genügen für einen kräftigen Mann zu dessen Erhaltung bei mittlerer Arbeit 137 g Eiweiß, 117 g Fett und 352 g Kohlehydrate, welchen Mengen ein Nährstoffverhältnis von 1 : 4,7 entspricht; nach anderen Berechnungen sind 118 g Eiweiß, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate erforderlich, mit einem Nährstoffverhältnis also von 1 : 5.

Erhaltungsfütterung der Ochsen.

Um für die rationelle Fütterung, zunächst der Wiederkäuer, die nötige Grundlage zu schaffen, war es wichtig, das Minimum an Nährstoff zu ermitteln, welches volljährige Tiere bei völliger Ruhe im Stalle zu ihrer Erhaltung in einem mittleren Ernährungszustand als tägliches Futter bedürfen. Zu derartigen Versuchen waren Ochsen besonders geeignet, also Tiere, deren tägliche Produktion von Haaren oder sonstigen Körperteilen und Sekreten nicht wesentliche Mengen von Nährstoff in Anspruch nehmen und daher den Bedarf an letzterem zur Erhaltung der normalen Zersetzungsvorgänge im tierischen Stoffwechsel hinreichend scharf erkennen lassen. Zu den in dieser Richtung von Henneberg und Stohmann auf der Versuchsstation Weende ausgeführten Versuchen dienten 4 bis 6 Jahre alte Schnittochsen des mitteldeutschen Höhenschlages aus der Göttinger Gegend, und es wurde hierbei neben der Verdaulichkeit des Futters auch der Eiweißumsatz im Körper der Tiere kontrolliert, während der etwaige Fettumsatz ohne Anwendung des Respirationsapparates nicht genau festgestellt werden konnte.

Man beobachtete, daß die Tiere in ihrem ganzen Aussehen und Verhalten unverändert blieben und auch das Körpergewicht in allen Versuchen längere Zeit hindurch keine irgendwie wesentliche Verminderung erlitt, wenn sie auf 1000 kg Lebendgewicht eine von den folgenden Tagesrationen verzehrten:

1. 3,7 kg Kleeheu; 13,0 kg Haferstroh und 0,6 kg Rapskuchen.
2. 2,6 „ „ ; 14,2 „ „ „ 0,5 „ „
3. 3,8 „ „ ; 13,3 „ Roggenstroh „ 0,6 „ „
4. 25,6 „ Runkeln; 12,6 „ Haferstroh „ 1,0 „ „
5. 19,5 „ Kleeheu.

Hierbei betrug die Menge der täglich verdauten und resorbierten Eiweißsubstanz, wiederum auf 1000 kg Lebendgewicht der Tiere be-

rechnet, 0,41 bis 0,84, im Mittel 0,57 kg, die Menge der stickstoffreien Nährstoffe 7,04 bis 7,77, im Mittel 7,4 kg; das Nährstoffverhältnis war also 1 : 13. Außerdem ergab sich, daß bei einer Stalltemperatur von 13,2 bis 16,3° R. eher ein kleiner Fleischansatz als ein Verlust von Körperfleisch stattgefunden, jedenfalls aber das Futter zur Erhaltung der vorhandenen Fleischmasse völlig ausgereicht hatte. Nur in einem der Versuche und zwar gerade bei einem Futter, aus welchem die größte Menge von Nährstoff (0,84 + 7,65 = 8,49 kg) verdaut wurde, zeigte sich ein geringer Fleischverlust. Vermutlich steht dies damit im Zusammenhang, daß bei diesem Versuch die mittlere Stalltemperatur eine beträchtlich niedrigere war (nämlich nur 8,3° R.), als in den übrigen Versuchen; es mußte dadurch ein vermehrter Respirationsverbrauch bewirkt sein. Zu erwähnen ist noch, daß in den obigen Futterrationen durchschnittlich ungefähr 0,05 kg Phosphorsäure, 0,1 kg Kalk und 0,2 kg Alkalien enthalten waren; diese Mengen von mineralischen Nährstoffen müssen dem Bedarf der volljährigen Ochsen im Beharrungszustande reichlich genügen. Das täglich aufgenommene Wasserquantum betrug auf 1000 kg Lebendgewicht 52 bis 64, im Mittel 55 kg.

Ob in den angedeuteten Versuchen, wie die Fleischmasse, so auch die Fettmasse des Tierkörpers im wesentlichen unverändert blieb, darüber konnte, wie gesagt, kein bestimmter Nachweis geliefert werden; es war dieses nach dem ganzen Aussehen und Verhalten der Tiere nur als wahrscheinlich anzunehmen. Mit Rücksicht jedoch auf die Resultate weiterer, in Weende ausgeführter Versuche, wie auch mit Rücksicht auf den Umstand, daß bei den Versuchen, in welchen durchaus kein Verlust an Körperfleisch stattfand, die Temperatur der Stallluft für die Winterzeit eine ziemlich hohe war (13,2 bis 16,3° R.), glaube ich, daß die direkt gefundenen Mittelzahlen, um jedenfalls dem Minimum des Nährstoffbedarfs volljähriger ruhender Ochsen zu genügen, noch etwas zu erhöhen sein möchten, nämlich für die Eiweißsubstanz auf 0,7 kg und für die stickstofffreien Nährstoffe (verdauliche Kohlehydrate) auf 8,4, zusammen 9,1 kg. Das Nährstoffverhältnis ist dann = 1 : 12 und die Gesamtmenge der organischen Substanz im täglichen Futter kann hierbei pro 1000 kg Lebendgewicht 17,5 kg betragen, durch welche Zahl angedeutet wird, daß man das betreffende Futter am einfachsten und lohnendsten durch Verabreichung von Stroh der Sommerhalmfrüchte als Hauptfutter herstellt, unter Beigabe von etwas Heu oder geringen Mengen eines stickstoffreichen Futtermittels, mit oder ohne Einschluß von Wurzelwerk. Die Menge des verdaulichen Fettes kommt bei dem bloßen Beharrungsfutter der Ochsen nicht sehr in Betracht; in den angegebenen Rationen berechnet sich dieselbe etwa auf 0,15 bis 0,20 kg.

Mit diesen Zahlen stimmen auch einige der Praxis entnommene Beobachtungen überein; man hat, wie Henneberg mitteilt, auf den Domänen a) zu Weende und b) zu Greene die volljährigen Ochsen pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht während der Wintermonate gefüttert mit:

a) 12,9 Sommerhalmstroh, 7,1 Esparsetteheu, ferner 0,4 Bohnenschrot und 0,4 kg Rapskuchen;

b) 16,3 Gerstestroh, 0,4 Grummet, 2,0 Kleeheu, 1,3 Erbsenstroh und 2,9 kg Mengkornschrot (Gerste und Hafer).

Das tägliche Futter enthielt, nach Durchschnittsanalysen berechnet, an Nährstoffen a) 1,0 + 7,8 = 8,8 und b) 0,7 + 8,8 = 9,5 kg und bewies sich schon als ein mäßiges Produktionsfutter. Die Tiere nämlich in Weende nahmen im Laufe des Winters pro Stück (etwa 700 kg Lebendgewicht) um 35 bis 40 kg an Gewicht zu, und in Greene konnten die Ochsen täglich eine leichte Arbeit (1 bis 2 Jauchenfuhren) verrichten, ohne daß dadurch und bei der eingehaltenen Fütterungsweise der Ernährungszustand anscheinend verschlechtert wurde.

Aus den im ersten Teil dieser Ausarbeitung erörterten allgemeinen Gesetzen der tierischen Ernährung ergiebt sich, daß der ganze Zustand und das vorhandene Lebendgewicht eines ausgewachsenen Tieres fast unverändert bleibt, eher sogar etwas zurückgeht, wenn man bei gleichem Gesamtquantum an Nährstoff, wie es in dem diesem Zustand entsprechenden Normalfutter enthalten ist, die Menge der Eiweißsubstanz bedeutend steigert. Wenn man z. B. im Beharrungsfutter der Ochsen (0,7 + 8,4 = 9,1) das Eiweiß von 0,7 bis auf 1,5 kg vermehrt, die Kohlehydrate aber von 8,4 auf 7,6 kg vermindert, so hat dies eine um so größere Zerstörung von Eiweiß zur Folge, es wird kaum irgend etwas davon zum Ansatz gelangen. Man muß sich überhaupt hüten, bei der Erhaltungsfütterung der Tiere zu enge Nährstoffverhältnisse eintreten zu lassen; es wird dadurch das Futter gewöhnlich kostspieliger und die Stoffzerlegung im Tierkörper unnötig erhöht. Noch weniger freilich ist eine günstige Wirkung zu erwarten, wenn man die Menge der Kohlehydrate steigert, die des Eiweißes dagegen um ebenso viel vermindert. Aber auch bei unverändertem Gehalt des Futters an Kohlehydraten wird durch einseitige Steigerung des Eiweißes nicht viel erreicht, meistens nur wenig von dem mehr verabreichten Eiweiß als Körperfleisch angesetzt; ebenso kann die einseitige Steigerung der Kohlehydrate nicht wesentlich zur Vermehrung der Körpermasse beitragen, weil es alsdann an dem hierzu nötigen Eiweißmaterial fehlt. Man muß vielmehr, wenn man von der Erhaltungs- zu einer Produktionsfütterung übergehen will, gleichzeitig die Kohlehydrate sowohl, als

die Eiweißsubstanz vermehren, aber wiederum nicht in gleichem Verhältniß, sondern, wie wir sehen werden, in verschiedener Weise, entsprechend dem jedesmaligen Zweck der Fütterung. Hierbei ist, wie auch schon für den Zweck der bloßen Erhaltungsfütterung, stets der gerade vorhandene Ernährungszustand des Tieres zu berücksichtigen. Ist das letztere reich an Fleisch, aber arm an Fett, dann ist im Futter ein etwas weiteres Nährstoffverhältnis erforderlich, um noch mehr Eiweiß zum Ansatz zu bringen, während im umgekehrten Fall, bei Fettreichtum und Fleischarmut ein etwas engeres Nährstoffverhältnis für einen möglichst raschen und vorteilhaften Fleischansatz günstiger wirkt. Dagegen wird das aus dem aufgenommenen und resorbierten Futtereiweiß sich abspaltende oder sonst neu gebildete Fett in einem verhältnismäßig fettarmen und fleischreichen Körper leichter zurückgehalten und angesetzt, als in einem schon fettreichen Körper. Für die Fettproduktion sind daher oft engere Nährstoffverhältnisse von sehr gutem Erfolg, auch wenn dabei das Eiweiß als solches gar nicht zum Ansatz gelangt.

Diese Thatsachen und Erörterungen lassen erkennen, daß die Fütterungsnormen und die darin angedeuteten Nährstoffverhältnisse für die betreffenden Fütterungszwecke keineswegs als ganz feststehend betrachtet werden können, nicht unter allen Umständen eine gleiche Wirkung ausüben; sie sind vielmehr nur im Durchschnitt der besonders häufig vorkommenden Fälle zutreffend, im einzelnen beobachtet man oft größere oder geringere Abweichungen, wie es bezüglich aller bei Futterberechnungen benutzten Mittelzahlen der Fall ist.

Die Wollproduktion.

Schon von vornherein ist anzunehmen, daß die Nährstoffmenge im Beharrungsfutter der Schafe eine verhältnismäßig größere sein muß, als in dem der Ochsen. Zu der möglichst raschen und reichlichen Produktion von Wolle ist jedenfalls eine gewisse Menge von Futtereiweiß erforderlich; das lebhaftere Temperament und die selbst im Stall vermehrte Bewegung dieser Tiere steigert ferner den Bedarf an Respirationsmaterial und letzteres um so mehr, als bei dem kleineren Körperbau der Wärmeverlust durch Ausstrahlung ein relativ größerer sein muß (s. S. 53). Es ist unter diesen Umständen sehr bemerkenswert, daß der Futterbedarf der Schafe, gegenüber demjenigen der Ochsen, nicht ein noch größerer ist, als er in Wirklichkeit sich herausstellt. Vermutlich steht dies im Zusammenhang mit dem dicken Wollpelz der Schafe, wodurch die Wärmeausstrahlung, vielleicht auch die Wasserverdunstung von der Oberfläche des Körpers und damit wiederum der Respirationsverbrauch sich vermindert; in der That verlangen z. B.

die Ziegen, unter sonst gleichen Verhältnissen und bei demselben Lebendgewicht, ein größeres Futterquantum als die Schafe.

Über das Beharrungsfutter der Schafe sind in Weende von Henneberg Versuche angestellt worden, bei denen man nicht allein die „sensiblen" Ausscheidungen, sondern auch die Respirationsprodukte genau bestimmte, so daß aus den gesamten Versuchsresultaten die schon früher (S. 27) mitgeteilte vollständige „Stoffwechselgleichung" zwischen Aufnahme und Ausgabe berechnet werden konnte. Von volljährigen, nämlich $4\frac{1}{2}$ Jahre alten Hammeln des grobwolligen Landschafes der Göttinger Gegend (sog. Leine-Schaf), welche pro Kopf mit der Wolle 48 kg wogen, wurden bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu mittlerer Güte, davon auf 1000 kg reines Körpergewicht (exkl. Wolle) täglich fast genau 26 kg (entsprechend 21,4 kg Trockensubstanz) verzehrt und aus diesem Futter 1,32 kg Eiweiß nebst 10,53 kg stickstofffreien Nährstoffen (inkl. 0,322 kg Fett) resorbiert; letztere auf das Stärkemehläquivalent berechnet betrugen 11,38 kg. Hierbei fand im Körper der Tiere ein kleiner Ansatz statt, nämlich pro Tag von 0,181 kg Eiweiß und 0,299 kg Fett (auf 1000 kg Lebendgewicht berechnet). Es war also das verzehrte Futter reichlich genügend, um den vorhandenen Ernährungszustand der Tiere zu erhalten, ohne daß es jedoch als eigentliches Mastfutter wirkte. Wenn man den beobachteten Ansatz von der verdauten und resorbierten Nährstoffmenge in entsprechender Weise abzieht, so ergiebt sich als annähernder Nährstoffverbrauch im Beharrungszustand der Tiere:

pro Tag und Stück 52,5 g Eiweiß und 489 g auf Stärkemehl reduzierte stickstofffreie Nährstoffe; oder

pro Tag und 1000 kg reines Körpergewicht 1,14 kg Eiweiß und 10,63 kg auf Stärkemehl reduzierte stickstofffreie Nährstoffe.

Das Nährstoffverhältnis ist alsdann = 1 : 9,3 und die Gesamtmenge der Nährstoffe 11,8 kg. Hiermit stimmen auch die Resultate von anderen in Weende mit Tieren derselben Rasse ausgeführten Versuchen überein, indem jedesmal im Mittel von 5 Einzelversuchen pro Tag und 1000 kg Körpergewicht sich ergab:

	Nährstoffmenge			Verhältnis	Eiweißansatz
a)	1,04 Nh.	+ 9,49 Nfr.	= 10,53 kg	1 : 9,1	— 0,042 kg
b)	1,56 „	+ 9,54 „	= 11,10 „	1 : 6,1	— 0,006 „
c)	1,11 „	+ 11,70 „	= 12,81 „	1 : 10,5	+ 0,124 „
Mittel	1,24 Nh.	+ 10,24 Nfr.	= 11,48 kg	1 : 8,5	+ 0,025 kg.

Im Mittel von allen 15 Versuchen wurde also ein ganz unbedeutender Eiweißansatz = 0,025 kg beobachtet. Ebenso fand man, wie schon bezüglich der Ochsen erwähnt wurde, auch für die Schafe bestätigt, daß

zu enge Nährstoffverhältnisse zu vermeiden sind, so lange die Gesamtmenge der Nährstoffe keine sehr hohe ist, also kein eigentliches Mastfutter verabreicht wird.

Auch in Hohenheim sind über das Erhaltungsfutter der Schafe Versuche angestellt worden, in welchen die Hammel von drei verschiedenen Rassen aus dem täglichen Futter bei zweierlei Fütterungsweise pro 1000 kg „nacktes" Körpergewicht (also ohne Wolle berechnet) durchschnittlich an Nährstoff 1,37 + 8,92 = 10,29 kg und 1,23 + 9,93 = 11,16 kg verdauten. Diese Zahlen stimmen mit den in Weende gefundenen nahe überein; nur die Menge der Kohlehydrate und somit die Gesamtmenge der Nährstoffe ist in den Hohenheimer Versuchen eine etwas geringere, und hierdurch erklärt sich auch die kleine Gewichtsabnahme, welche die Tiere durchschnittlich erlitten, namentlich wenn man zugleich den täglichen Zuwachs an Wolle berücksichtigt. Der Gewichtsverlust war verhältnismäßig etwas größer bei den Hammeln der Elektoralrasse, als bei denen der Southdowns und der sog. württembergischen Bastardrasse; die Tiere der feinwolligen Rassen sind meistens kleiner und auch von feinerem Körperbau, als die Tiere der mehr grobwolligen Rassen, die ersteren bedürfen daher, auf gleiches Körpergewicht berechnet, eine entsprechend größere Nährstoffmenge, als die letzteren.

Wenn man die Resultate der bisher mit aller Sorgfalt ausgeführten Versuche übersieht, so erkennt man, daß ziemlich volljährige Schafe, welche zunächst ausschließlich dem Zweck der Wolleproduktion dienen, in einem guten mittleren Ernährungszustand fortwährend erhalten werden können, wenn ihnen auf 1000 kg Lebendgewicht im täglichen Futter dargeboten werden:

Stärkere Rassen: 1,2 kg Eiweiß und 10,8 kg stickstofffreie Nährstoffe, zusammen 12,0 kg; Nährstoffverhältnis = 1 : 9.

Kleinere Rassen: 1,5 kg Eiweiß und 12,0 kg stickstofffreie Nährstoffe, zusammen 13,5 kg; Nährstoffverhältnis = 1 : 8.

An verdaulichem Fett enthält das Futter im ersten Fall etwa 0,20, im zweiten 0,25 kg, und die Gesamtmenge der organischen Futtersubstanz, welche übrigens ohne Nachteil ziemlich beträchtlichen Schwankungen unterliegen kann, beträgt beziehungsweise ungefähr 20 und 22,5 kg. Hierbei ist der tägliche Zuwachs an „flußgewaschener" Wolle, je nach der Rasse und sonstigen Eigenschaften der Tiere, 0,12 bis 0,20 kg. Alle diese Zahlen sind zunächst für 1000 kg des nackten Körpergewichtes berechnet worden; jedoch glaube ich, daß dieselben ohne Reduktion auch für die mit der Wolle bedeckten Schafe gelten können, man hat dann wenigstens die Beruhigung, daß die berechneten Nährstoffmengen jedenfalls dem Minimum des Bedarfes der

Tiere genügen werden, was überhaupt bei der Anwendung der Fütterungsnormen in der Praxis von Wert ist.

Auf die Wolleproduktion hat die Art der Fütterung einen entschiedenen Einfluß, jedoch nur innerhalb gewisser Grenzen. Durch Mastfutter namentlich wird bei ausgewachsenen Tieren nicht nennenswert mehr Wolle produziert, als durch ein Futter, welches sie in einem guten Ernährungszustand erhält, so daß dabei das eigentliche Körpergewicht keine bemerkliche Zunahme erleidet. Dies zeigte sich bei Versuchen von Henneberg in Weende, wo von 1000 kg Körpergewicht der Negretti-Hammel im Durchschnitt von 7 Versuchen mit Beharrungsfutter täglich 0,141 kg = 0,273 % des am Schluß der Versuche festgestellten Schurgewichtes, und ferner im Durchschnitt von 14 Versuchen mit Mastfutter ebenfalls 0,141 kg oder 0,286 % des Schurgewichtes produziert wurden. Ein gleich bestimmtes Resultat lieferten Versuche, welche in Hohenheim mit Lämmern der württembergischen Bastardrasse ausgeführt wurden; bei sehr intensiver Fütterung mit Wiesenheu und reichlichen Mengen von Hafer stieg im Verlauf von 9 Monaten (vom 5. bis zum 14. Lebensmonat der Tiere) das Lebendgewicht pro Kopf von 25,4 bis auf 46,25 kg, dagegen bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu, welches anfangs von vorzüglicher, später von mittlerer Güte war, von 25,0 nur bis auf 36,15 kg. Die intensiv gefütterten Tiere zeigten sich am Schluß des Versuches als völlig gemästet, die nur mit Heu gefütterten befanden sich in einem mäßigen Ernährungszustand, und gleichwohl war in beiden Fällen die Menge der produzierten reinen Wolle eine fast absolut gleiche. Hierbei war es auffallend, daß die Wolle der reichlich mit Körnern ernährten Lämmer fortwährend sehr rein und weiß erschien, während die Wolle der Heu-Schafe die gewöhnliche schmutzige Beschaffenheit hatte und selbst im gewaschenen Zustand gegenüber der anderen Wolle etwas graufarbig war. An ungewaschener Wolle erhielt man von den intensiv gefütterten Tieren übereinstimmend pro Kopf 2,18 kg, bei ausschließlicher Heufütterung dagegen 2,69 kg, an flußgewaschener Wolle beziehungsweise 1,48 und 1,61 kg, an reiner, mit Schwefelkohlenstoff entfetteter Wollfaser 1,09 und 1,12 kg, an letzterer also fast ganz gleiche Mengen. Dagegen fanden Weiske und Dehmel in Proskau bei Rambouillet-Hammeln allerdings nach Mastfütterung eine um durchschnittlich 12,5 % reichlichere Wolleproduktion als nach Beharrungsfutter. Auch ergab sich in diesen Versuchen, im Widerspruch mit der bisherigen Meinung, wonach der Hauptzuwachs der Wolle in die kalte Jahreszeit fällt, daß gerade im Winter der Zuwachs am langsamsten, im Frühjahr und Sommer am raschesten war; von der gesamten Wolleproduktion kommen, für gleiche Perioden von je 4 Monaten berechnet,

auf den Winter nur 26,1 %, auf das Frühjahr dagegen 37,9 % und auf den Sommer oder Herbst 36,0 %. Weitere Versuche mit denselben Tieren bestätigten die Thatsache eines rascheren Wachstums der Wolle bei häufigem Abscheeren derselben. Wenn die Hammel 6 mal im Jahr geschoren wurden, war die Wolleproduktion um etwa 20 % reichlicher als nach einmaligem Scheren, aber die Tiere hatten im ersteren Falle bei gleichem Futter am Schluß des Jahres weniger an Lebendgewicht zugenommen, was durch die vermehrte Wärmeabgabe nach dem häufigen Scheren zu erklären ist. Zugleich konnte man beobachten, daß das Wollewachstum am schwächsten im November und Dezember, am stärksten dagegen im März und April war, also anscheinend mehr von der Jahreszeit, als von der Lufttemperatur abhängt.

Entschieden nachteilig für die Wolleproduktion wirkt es meistens, wenn das verabreichte Futter zur Erhaltung eines mittleren Ernährungszustandes der ziemlich ausgewachsenen Schafe nicht genügt. Aus zahlreichen in Weende angestellten Fütterungsversuchen konnte gefolgert werden, daß zwar der Wollwuchs nicht immer Schaden leidet, wenn das Körpergewicht der Tiere etwas zurückgeht, daß jedoch eine Schädigung desselben unausbleiblich eintritt, sobald die Abmagerung eine gewisse Grenze überschreitet; es betrug z. B. die tägliche Wolleproduktion in einem solchen Fall nur 0,237 % des Schurgewichtes gegen 0,292 bis 0,306 % bei besserer Ernährung während der Dauer des betreffenden Versuches. Ferner zeigte es sich, daß Futterrationen, welche zur Herstellung des normalen Beharrungszustandes nicht völlig ausreichen, die Wolleerzeugung in dem Fall weniger beeinträchtigen, wenn sie durch verhältnismäßigen Reichtum an stickstoffhaltigen Nährstoffen sich auszeichnen und daß unter übrigens gleichen Umständen die stickstoffreichen Rationen für die Wolleproduktion stets den Vorzug verdienen.

Dies wird abermals durch Hohenheimer Beobachtungen bestätigt. Zwei Abteilungen von je 6 Stück Hammeln, welche stickstoffreich mit Wiesenheu und Bohnenschrot, jedoch so gefüttert wurden, daß das Körpergewicht der Tiere völlig unverändert blieb (zu Anfang des Versuches pro Kopf 46,50 und am Ende 46,55 kg) produzierten in 121 Tagen pro Abteilung 4,56 kg an gewaschener Wolle oder 31,9 % des Schurgewichtes. In zwei anderen Abteilungen dagegen wurden die Tiere fast ausschließlich mit Stroh und Runkelrüben gefüttert, wobei sie pro Kopf allmählich von 46,1 bis auf 44,1 kg an Gewicht abnahmen, also ein nicht genügendes Beharrungsfutter erhielten; die Wolleproduktion war pro Abteilung nur 3,51 kg oder 26,5 % des schließlichen Schurgewichtes. Eine 5. Abteilung, ebenfalls von 6 Hammeln, erhielt ein noch ärmlicheres Futter, zu $^1/_3$ aus Wiesenheu und $^1/_3$ aus Haferstroh bestehend, und das Lebendgewicht der Tiere sank

bedeutend, pro Kopf von 46,0 bis auf 40,6 kg. Trotz der Abmagerung produzierten die 6 Tiere dieser Abteilung ebenso viel Wolle, wie diejenigen, welche ein etwas besseres Beharrungsfutter in der Form von Stroh und Runkelrüben verzehrt hatten, nämlich zusammen 3,61 kg oder 27,3 % des Schurgewichtes. Dies beweist, daß zwar auch bei sehr spärlichem Futter, wenn dasselbe zum größeren Teil aus Wiesenheu besteht, immer noch ziemlich viel Wolle produziert wird; die Menge der letzteren steigert sich aber auf das Maximum bei ausschließlicher Heufütterung, insbesondere unter Mitwirkung von etwas konzentriertem stickstoffreichem Beifutter, wodurch ein guter Ernährungszustand, aber noch keineswegs ein gemästeter Zustand der Tiere herbeigeführt wird, während eine Fütterung mit Stroh und Runkelrüben, also ein stickstoffarmes und zugleich ziemlich wässeriges Futter der Maximalproduktion von Wolle nicht günstig zu sein scheint, auch wenn das Lebendgewicht der Tiere dabei nicht wesentlich zurückgeht und anscheinend der ganze Ernährungszustand immer noch ein mittlerer ist.

Die Fütterung der Arbeitstiere.

Wir wissen, daß der Tierkörper zu einer reichlichen und andauernden Kraftproduktion oder Arbeitsleistung vor allen Dingen ein gut ausgebildetes und in der Arbeit geübtes Muskelsystem gebraucht, und daß zugleich eine gewisse Energie des Stoffwechsels vorhanden, der Körper also verhältnismäßig reich sein muß an Organ- und an Zirkulationseiweiß. Um aber diesen kräftigen Ernährungszustand heranzubilden und unverändert zu erhalten, ist mehr Nährstoff und ein engeres Nährstoffverhältnis erforderlich, als demjenigen Beharrungszustand entspricht, welchen man bei ruhenden Tieren als einen mittleren zu bezeichnen pflegt. Durch die Arbeit selbst wird, wie wir gesehen haben (S. 57 ff.), innerhalb gewisser Grenzen nicht mehr Eiweiß zerstört, als unter sonst gleichen Umständen auch bei völliger Ruhe im Stall zum Umsatz gelangt; aber gleichwohl ist nur dann eine andauernd hohe Arbeitsleistung möglich, wenn durch eine entsprechend große Zufuhr von Nahrungseiweiß die ganze Energie des Stoffwechsels gesteigert ist.

Während der Eiweißumsatz im wesentlichen nach der Art und Menge der Zufuhr, sowie nach dem augenblicklichen Ernährungszustand im Tierkörper sich gestaltet, wird dagegen direkt infolge einer erhöhten Muskelanstrengung die Oxydation des Fettes wesentlich vermehrt. Um die Zerstörung von Körperfett, also eine Abmagerung der Tiere zu verhindern, dazu kann das in der Nahrung zugeführte Fett dienen und das letztere in dieser Hinsicht durch Kohlehydrate ersetzt werden. Das Fett aber ist das konzentrierteste von allen Respirationsmitteln, es be-

schwert den Körper durch Volumen und Gewicht verhältnismäßig am wenigsten, und es wird daher unter Umständen zweckdienlich sein, wenn man den Arbeitstieren im Futter eine gewisse Menge von fertig gebildetem Fett darbietet. Jedenfalls ist klar, daß man den Arbeitstieren ein größeres Quantum sowohl von stickstofffreien, als von stickstoffhaltigen Nährstoffen verabreichen muß, von beiden um so mehr, je beträchtlicher die Muskelanstrengungen sind, welche man von ihnen in einem bestimmten Zeitraum erwartet, ohne daß sie im Ernährungszustand wesentlich zurückgehen.

Die Arbeitsochsen bedürfen bei sehr mäßiger Arbeit nur wenig mehr an Nährstoff, als zu ihrer normalen Erhaltung bei völliger Ruhe im Stalle nötig ist (s. S. 160). Dagegen muß man die Nährstoffmenge schon beträchtlich steigern, wenn die Tiere die gewöhnliche mittlere Arbeit verrichten sollen, das Eiweiß pro 1000 kg Lebendgewicht von 0,7 bis auf etwa 1,6 kg, die stickstofffreien Nährstoffe von 8,4 auf etwa 12 kg. Das Nährstoffverhältnis ist dann wie 1 : 7,5, und es würde ein derartiges Futter einer fast ausschließlichen Fütterung mit Wiesenheu mittlerer Güte unter Zusatz kleiner Quantitäten von konzentriertem Futter entsprechen oder auch durch ein Gemenge von Kleeheu und Futterstroh, sowie von vorherrschend Stroh mit Wurzeln und einem geeigneten stickstoffreichen Futtermittel herzustellen sein. Die Gesamtmenge der organischen Substanz in der Tagesration kann hierbei etwa 24 kg betragen. Der Gehalt des Futters an verdaulichem Fett kommt bei mittelschwer arbeitenden Ochsen nicht sehr in Betracht, da man es mit Tieren zu thun hat, welche, wenn sie auch starke Lasten ziehen müssen, doch ihre Arbeit in einem sehr ruhigen Tempo verrichten, außerdem einen geräumigen Magen besitzen, welcher ein großes Volumen und Gewicht von an Kohlehydraten reichem Futter aufzunehmen und, bei dem langsameren Verlauf des ganzen Verdauungsprozesses, auch relativ vollständig auszunutzen vermögen. In der gewöhnlichen Futterration von Arbeitsochsen ist auf 1000 kg Lebendgewicht kaum mehr als 0,30 kg an verdaulichem Fett enthalten. Höchstens kann es bei sehr angestrengter Arbeit der Ochsen sich darum handeln, denselben im Verhältnis zu den übrigen Nährstoffen etwas mehr Fettsubstanz darzubieten; man muß dann überhaupt die Nährstoffmengen noch weiter steigern, das Eiweiß schließlich bis auf 2,4 kg, die stickstofffreien Nährstoffe auf etwa 14,4 kg (Nährstoffverhältnis = 1 : 6,0), und es wird in einem solchen Fall oft rätlich sein, ein konzentriertes Beifutter zu verabreichen, welches zugleich stickstoffreich und fettreich ist (Ölkuchen), so daß der Gesamtgehalt des Futters an verdaulichem Fett vielleicht 0,5 kg beträgt.

Bekanntlich ist das Futter der Pferde gewöhnlich seiner Be-

schaffenheit nach ein sehr konstantes, es besteht vorherrschend aus Hafer und Heu, nebst einer größeren oder geringeren Beigabe von Strohhäcksel; aber das Verhältnis, in welchem diese Futtermittel verabreicht werden, und die Gesamtmenge des Futters wechselt bei dem Pferd fast noch mehr, als bei irgend einem anderen landwirtschaftlichen Nutztier, und ist durchaus bedingt durch die jedesmalige Arbeitsleistung. Das Temperament des Pferdes und dessen ganzer Körperbau verträgt keine üppige Ernährung bei völliger Ruhe im Stall, während andererseits die Intensität des Futters bis zu einer fast ausschließlichen Verabreichung von Hafer gesteigert werden muß, sobald man außergewöhnliche Anstrengungen vom Pferde verlangt. Bei gewöhnlichen und namentlich im landwirtschaftlichen Betriebe meist vorkommenden Arbeiten genügt es, wenn man auf 1000 kg Lebendgewicht als tägliches Futter etwa 1,6 kg Eiweiß und 11,2 kg stickstofffreie Nährstoffe (Nährstoffverhältnis = 1 : 7) in einem Gesamtquantum organischer Substanz von ungefähr 21 kg verabreicht. Hierbei ist die Menge des im Futter enthaltenen leicht verdaulichen Fettes (0,5 kg) gewiß nicht gleichgiltig und jedenfalls bemerkenswert, daß der Hafer, welcher gleichsam als das Normalfutter der Pferde betrachtet wird, vor anderen Cerealien durch seinen verhältnismäßigen Reichtum an Fett sich auszeichnet. Dies hat man auch wohl zu beachten, wenn der Hafer durch allerlei andere Futtermittel ganz oder teilweise ersetzt werden soll. Daß bei starken Arbeitsleistungen die Gesamtmenge der Nährstoffe noch weiter erhöht und für Eiweiß und stickstofffreie Nährstoffe vielleicht 2,5 + 13,8 = 16,3 kg (Nährstoffverhältnis = 1 : 5,5) betragen muß, ist nach den obigen Erörterungen leicht verständlich und auch in der Praxis bekannt, indem man an schwere Fracht- und Karrenpferde nicht selten neben reichlichen Mengen von Hafer stickstoffreiches Bohnenschrot füttert. Für lebhafte und rasche Pferde jedoch, namentlich für Reit- und Luxuspferde scheint, um andauernd hohe Leistungen zu ermöglichen, das weitere Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter (1 : 6—7) und als konzentriertes Futtermittel ganz vorherrschend Hafer am meisten sich zu empfehlen.

Ausschließliche Fütterung mit Wiesenheu mittlerer Güte vermag die Pferde noch weniger in einen kräftigen und produktionsfähigen Zustand zu erhalten als wiederkäuende Tiere, da die ersteren überhaupt für Rauhfutter eine wesentlich geringere Konsumtionsfähigkeit besitzen, von gewöhnlichem Wiesenheu auf 1000 kg Lebendgewicht kaum mehr als 25 kg pro Tag aufzunehmen vermögen und von manchen Bestandteilen desselben auch weniger verdauen (vergl. S. 95).

Die vorstehend für Arbeitspferde angegebenen Mengen und Verhältnisse der Nährstoffe im täglichen Futter sind denen für Zugochsen

ziemlich gleich (s. o.); es ist aber wohl zu beachten, daß in dem Futter der letzteren Tiere die Rauhfutterarten (Stroh und Heu) gegenüber dem Kraftfutter gewöhnlich weit mehr vertreten sind, als in dem der ersteren, was namentlich mit Bezug auf die größere oder geringere Arbeitsleistung einen wesentlichen Unterschied bedingt, wie aus folgendem sich ergeben wird. Um nämlich den Nährstoffbedarf des Pferdes genau zu ermitteln, sind seit einer Reihe von Jahren auf der Versuchsstation Hohenheim und in neuerer Zeit auch in Paris zahlreiche Versuche ausgeführt worden. Es hat sich hierbei ergeben, daß der Nährstoffbedarf oder die erforderliche Gesamtmenge der aus dem Futter verdauten organischen Substanz bei einer bestimmten Arbeitsleistung oder auch im reinen Erhaltungsfutter des Pferdes sehr verschieden ausfällt, je nachdem in der Tagesration das Rauhfutter gegenüber dem Kraftfutter mehr oder weniger vorherrscht und daß man in den betreffenden Versuchen nur dann zu übereinstimmenden Resultaten gelangt, wenn man von der im ganzen verdauten Substanz die Rohfaser in Abzug bringt und allein den Rest als wirksam für die Ernährung des Pferdes betrachtet. So fand man z. B. in Hohenheim, daß ohne alle Arbeitsleistung, auf 500 kg Lebendgewicht berechnet, an Gesamtmenge der verdauten Futtersubstanz, resp. an Nährstoff pro Tag erforderlich war, um das Tier in einem mittleren Ernährungszustande unverändert zu erhalten:

	Verdaute Substanz		
	im ganzen.	Roh- faser.	ohne Rohfaser.
1.	4202 g	— 817 g =	3385 g
2.	3738 g	— 355 g =	3383 g

In 38 weiteren Versuchen mit 3 verschiedenen Pferden war die Menge der durchschnittlich verdauten Substanz im Erhaltungsfutter 4190 und nach Abzug der darin vorhandenen Rohfaser (869 g) 3321 g; ebenso bei 2 Pferden im Mittel von 6 in ihren Resultaten nahe übereinstimmenden Versuchen, welche in Paris unter Anwendung eines sehr intensiven und leichtverdaulichen Futters ($^1/_4$ Rauhfutter und $^3/_4$ Kraftfutter, letzteres bestehend aus Hafer, Mais und Bohnen, nebst etwas Ölkuchen) von Grandeau und Leclerc ausgeführt wurden, 3626 — 238 = 3388 g.

Aus diesen und anderen bis jetzt vorliegenden exakten Versuchen kann man bezüglich der rationellen Fütterung des Pferdes folgendes entnehmen:

1. Die verdaute Rohfaser, mag dieselbe den Rauh- oder Kraftfutterarten angehören, hat für die Ernährung des Pferdes anscheinend gar keinen Wert, weder für die Erhaltung dieses Tieres

bei völliger Ruhe im Stalle, noch auch für seine Leistungsfähigkeit bei der Arbeit.

2. Wenn man die verdaute Rohfaser von der Gesamtmenge der verdauten organischen Substanz abzieht, dann kann man den Rest für Rauhfutter und Kraftfutter als gleichwertig in Rechnung bringen.

3. Für die ausschließliche Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande, ohne alle Arbeitsleistung, sind auf 500 kg Lebendgewicht 3300 bis 3400, durchschnittlich etwa 3350 g an rohfaserfreiem Nährstoff erforderlich, wobei Eiweiß und Kohlehydrate (verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe) als „dynamisch" gleichwertig angenommen sind (s. S. 64) und das verdaute Rohfett mit dem Faktor 2,4 multipliziert den Kohlehydraten zugerechnet wird.

4. Über die 3350 g Nährstoff im Erhaltungsfutter hinaus erhöhen weitere je 100 g von rohfaserfreiem Nährstoff die Leistungsfähigkeit des Pferdes für mechanische Muskelarbeit um 85400 kgm (vgl. S. 65).

Hiernach entspricht, bei konstant mittlerem Ernährungszustande des Pferdes, in Übereinstimmung mit den Resultaten direkter Fütterungsversuche, 1 kg von lufttrocknem Hafer (etwa 600 g Nährstoff) ziemlich genau einer Arbeitsleistung von 500 000 kgm, 1 kg Mais etwa 680 000, 1 kg Wiesenheu mittlerer Qualität höchstens 250 000, 1 kg Stroh von Winterhalmfrüchten (Häcksel) kaum 70 000 kgm. Fettreiche Futtermittel sind als besonders nährkräftig bei erhöhter und angestrengter Tagesarbeit anzusehen. Stickstoffreiche Futterarten, wie Ackerbohnen und Lupinen, ermöglichen im allgemeinen nicht mehr Arbeit, als Kraftfutterarten von mittlerem Stickstoffgehalt, als namentlich der Hafer, wobei jedoch immer als selbstverständlich vorausgesetzt wird, daß stets das nötige Minimum von verdaulichem Eiweiß im täglichen Futter vorhanden ist. Dieses Minimum entspricht, auf 500 kg Lebendgewicht im Erhaltungsfutter und selbst bei mittlerer Arbeitsleistung 80 bis 100 g Stickstoff; es muß jedoch mehr oder weniger erhöht werden, wenn es sich um die Ernährung besonders kräftiger und muskulöser Pferde oder um eine angestrengte Tagesarbeit, sowie um lebhafte und rasche Bewegungen bei der letzteren handelt, wenn also überhaupt eine Beschleunigung des Stoffwechsels in allen Organen des Tierkörpers beabsichtigt wird und erzielt werden soll.

Als Beispiel mögen hier die Durchschnittsresultate von Versuchen, welche man in Hohenheim mit zwei Pferden ausführte, Erwähnung finden. Da die Versuche in verschiedenen Jahrgängen (1882—84) ausgeführt wurden, so war auch die Qualität, namentlich des Wiesenheues ungleich, was man besonders deutlich aus den Mengenverhältnissen ersieht, in welchen die Rohfaser anscheinend zur Verdauung gelangt:

Futter pro Tag		Trocken-	Verdaute Substanz			
Wiesen- heu.	Hafer.	futter.	Roh- protein.	Roh- fett.	Roh- faser.	Nfr. Ex- traktstoffe.
		g	g	g	g	g
7 kg	5 kg	10446	820	166	847	3761
6 „	6 „	10197	831	267	1041	3844
5 „	7 „	10365	786	344	881	4098

Gesamt-Nährstoff		Nährstoff ohne Rohfaser		
mit Rohfaser.	ohne	im Erhaltungs- futter.	Rest für Arbeits- leistung.	
g	g	g	g	kgm
5832	4985	3350	1635 =	1 396 290
6366	5325	3350	1975 =	1 686 650
6604	5723	3350	2373 =	2 026 542

Die Nährstoffmenge im Erhaltungsfutter bezieht sich auf ein Lebendgewicht von 500 kg und die Leistungsfähigkeit des Pferdes ist berechnet nach dem Verhältnisse von 100 g = 85 400 kgm (s. o.). Als mittlere Tagesarbeit für ein gewöhnliches Ackerpferd von 500 kg Lebendgewicht rechnet man 1 500 000 bis 1 800 000 kgm und bei vorstehenden Berechnungen ist immer vorausgesetzt, daß das Tier in einem mittleren Ernährungszustand sich befindet und darin bei jeder Art und Höhe der Arbeitsleistung unverändert verbleibt, also an Körpermasse weder zu- noch abnimmt.

Die Milchproduktion.

Um den Einfluß der jedesmaligen Fütterung auf die Menge und Beschaffenheit der Milch zu begreifen, ist es wichtig, daß man von der ganzen Entstehungsweise der letzteren eine klare Anschauung hat.

Die Milch bildet sich nicht etwa durch einfache Abscheidung aus dem Blut, ähnlich wie in den Nieren der Harn daraus gleichsam abfiltriert, sondern sie wird erst in der Milchdrüse bereitet, sie entsteht großenteils durch Zerfall der Drüsenzellen und ist geradezu das aufgelöste Organ. Dies erkennt man schon aus der Zusammensetzung der Milchasche, welche ebenso wie alle Gewebe des Tierkörpers viel Kali und phosphorsauren Kalk enthält, nicht aber wie der Plasmastrom und alle aus dem Blut direkt sich abscheidenden Flüssigkeiten reich ist an Chlornatrium; die Milchasche enthält 3 bis 5 mal mehr Kali als Natron, während die Blutasche umgekehrt 3 bis 5 mal reicher ist an Natron als an Kali. Wäre die Milch ein Transsudat des Blutes, so würde sie gar nicht als ausschließliche Nahrung dienen können, da ein solches niemals alle zum Aufbau der Zellen nötigen Stoffe enthält; so aber, indem sie aus zerfallenen und verflüssigten Zellen

gebildet ist, bietet sie dem Säugling die erforderliche Nahrung in der günstigsten Form und Zusammensetzung dar.

Die Entstehungsweise der Milch giebt sich ferner zu erkennen, aus der Beschaffenheit des sog. Kolostrums, also derjenigen Milch, welche in der ersten Zeit, nachdem die Geburt stattgefunden hat, sich absondert; es sind darin noch zahlreiche körnige Drüsenzellen vorhanden, welche im Verlauf von wenigen Tagen bei der alsdann rascher eintretenden Umwandlung und Auflösung der Zelle immer mehr mit Fett sich anfüllen und in die bekannten Milchkügelchen übergehen. Die Milch ist also ein durch fettige Degeneration flüssig gewordenes Organ; die Zelle selbst, d. h. die Eiweißsubstanz, woraus sie besteht, zerfällt in die Bestandteile der Milch, sobald die Drüse in Thätigkeit tritt. Auch der Käsestoff ist nicht im Blut fertig gebildet vorhanden, sondern entsteht erst bei dem Zerfall der Zelle, und es erklärt sich dadurch, daß das Kolostrum vor der Geburt oder unmittelbar nach derselben noch kein Kaseïn, sondern nur gewöhnliches Albumin enthält, weil die Umwandlungen anfangs noch langsamer vor sich gehen, als später, wenn die Milchdrüse ihre volle Thätigkeit entwickelt. Selbst der Milchzucker wird, wie es scheint, nicht als solcher der Drüse zugeführt; er bildet sich erst in derselben, zum Teil wenigstens durch die Zersetzung von Eiweiß oder Fett, obgleich auch der im Blut enthaltene, beziehungsweise in der Leber durch Zerfall von Eiweiß gebildete Traubenzucker eine derartige Umwandlung in der Milchdrüse erleiden mag.

Hiernach führt die Milchdrüse gleichsam für sich ein sehr selbständiges Dasein, indem sie nach in ihr selbst vorhandenen Lebensgesetzen aus den die einzelnen Bläschen umspinnenden Blutcapillaren und Lymphgefäßen Stoffe aufnimmt, um sie bei dem Zerfall der die Drüsenhöhlen auskleidenden Epithelzellen in Milch zu verwandeln. Diese Selbständigkeit der Funktionen findet ihre Bestätigung durch die Forschungen über die zum Euter gehenden Nerven, unter welchen solche, die vom Zentralnervensystem aus die Sekretion beeinflussen könnten, nicht existieren. Aus dem Umstande, daß der Inhalt der Hohlräume des Euters manchmal zu klein, die Trockensubstanz der ganzen Drüse zu gering erscheint gegenüber der großen Menge der produzierten Milch, hat man auf einen durch den Reiz des Melkens erst hervorgerufenen Sekretionsstrom geschlossen. Es ist jedoch hierbei auf die konstante Zusammensetzung der Milch, sowie auf die große Dehnbarkeit und Elastizität des Organs hinzuweisen, und wenn überhaupt ein derartiger, während der Melkzeit verstärkter Strom existiert, so kann derselbe doch nach den Versuchen von C. Lehmann in Berlin kaum ein erheblicher sein; es wurde nämlich einer Ziege vor dem Melken ein leicht diffusibler, blauer Farbstoff in die Blutbahn injiziert und es zeigte

sich der Einfluß des Farbstoffes auf die Milch noch nicht während des Melkens, sondern erst im Verlauf von 1—2 Stunden, obgleich der Harn und auch die Haut des Tieres schon weit früher tiefblau gefärbt war.

Es ist also klar, daß die Quantität und Qualität der Milch in erster Linie durch die jedesmalige Größe und Beschaffenheit, durch die ganze Entwicklung der Milchdrüse bedingt sein muß. In der That ist auch allgemein bekannt, daß bei völlig gleicher Fütterungsweise die eine Kuh wenig, die andere viel Milch liefert, daß die Milch der Höhenrassen meist prozentig mehr Butter enthält, als die der Niederungsrassen, daß die noch junge Kuh weniger Milch produziert, als nach wiederholtem Kalben, daß die Zeit nach der Geburt, die Laktationsdauer oft einen größeren Einfluß auf die Menge der Milch ausübt, als die Art der Fütterung, weil die Entwicklung der Milchdrüse bald nach der Geburt des Kalbes ihren Höhepunkt erreicht und dann allmählich wieder zurückgeht. Eine schlecht entwickelte Milchdrüse kann man selbst durch die reichlichste Ernährung nicht zu einer hohen Produktion bestimmen; es kommt daher für die Milchproduktion alles darauf an, hierzu geeignete Tiere nach Rasse und Individualität sorgfältig auszuwählen. Dabei ist nicht immer die Größe, der äußere Umfang der Milchdrüse allein maßgebend, sondern auch die innere Beschaffenheit, die Fähigkeit derselben, bei raschem Zerfall rasch wiederum sich aufzubauen und zugleich die gewünschte Qualität der Milch zu liefern.

Nach den vorstehenden Erörterungen begreift man, daß die Nahrungszufuhr für die Milchproduktion nicht in erster Linie, sondern erst in zweiter Linie inbetracht kommt, daß sie aber gleichwohl auch von großer Bedeutung sein muß, und zwar zunächst für die Menge der produzierten Milch. Vor allen Dingen wirkt eine reichliche Zufuhr von Eiweiß günstig für die Milchproduktion; denn nur dadurch wird eine fortwährend rasche Neubildung der Drüsenzellen ermöglicht, da diese aus Eiweißsubstanz bestehen und großenteils damit angefüllt sind. Es muß aber das Nahrungseiweiß möglichst vollständig dem Plasmastrom als „Zirkulationseiweiß“ (s. S. 30) sich beimischen, um rasch der Milchdrüse zuzuströmen, und es darf daher das Nährstoffverhältnis im Futter kein zu weites sein, weil sonst ein Ansatz von Eiweiß und Fett im übrigen Körper stattfinden und auf solche Weise die reichliche Milchsekretion gehemmt sein würde. Aber auch zu enge Nährstoffverhältnisse sind zu vermeiden, da alsdann die Gefahr vorhanden wäre, daß ein vielleicht beträchtlicher Teil des zugeführten Eiweißes in seinen Zerfallprodukten der Oxydation unterläge und also für die Milchbildung verloren ginge, um so mehr, als aus dem mit

der Nahrung aufgenommenen und verdauten Eiweiß nicht ausschließlich in der Milchdrüse, sondern auch anderswo im Körper Fett sich abspalten und dieses dann mit dem Blut ebenfalls den Drüsenzellen zuströmen wird. Jedoch kann bei Milchkühen das Nährstoffverhältnis im allgemeinen ein engeres sein, als bei Masttieren, weil bei ersteren das Eiweiß alsbald in der Milch nach außen geführt wird und nicht dazu dient, den Eiweißstand des Körpers und damit die Neigung zur Zersetzung dauernd zu erhöhen. Eine genügende Menge von Zirkulationseiweiß ist vorzugsweise wichtig für die Herstellung uud Erhaltung einer hohen Milchproduktion, und es muß daher alles, was den Eiweißstrom im Körper vermehrt (vergl. S. 32 ff.), innerhalb gewisser Grenzen auch günstig auf die Menge der Milch einwirken, z. B. eine verstärkte Wasseraufnahme, welche oftmals die Menge der Milch steigert, ohne daß dabei die Qualität derselben eine Veränderung erleidet.

Alle Erfahrungen und Versuche stimmen darin überein, daß die relativ höchste Milchproduktion nur bei stickstoffreichem Futter erzielt wird. Zugleich ist zu beachten, daß die Tiere dabei eine hohe Milchergiebigkeit weit länger beibehalten, als wenn ihnen ein stickstoffarmes Futter verabreicht wird; dies ist ein großer Vorteil, welcher sich geltend macht, auch wenn die bei wechselnder Fütterung beobachteten Differenzen in der täglichen Milchproduktion nicht sehr groß sind. Dem Mangel an Nahrungseiweiß ist es hauptsächlich zuzuschreiben, daß die ausschließliche Fütterung der Milchkühe mit Wiesenheu mittlerer Güte nicht ausreicht, um dauernd die relativ größte Milchmenge zu produzieren; dies wird nur erreicht bei Fütterung mit ungewöhnlich nährkräftigem Wiesenheu oder auf einer guten Weide oder unter dem Einfluß einer geeigneten Futtermischung. Die Abnahme in der Milchmenge ist ferner gewöhnlich eine rasche und sehr beträchtliche, sobald der Gehalt des Gesamtfutters an verdaulichem Eiweiß sinkt, während der Gehalt an stickstofffreien Nährstoffen noch ein ganz genügender sein kann; unter solchen Verhältnissen beobachtete man z. B. in Möckern pro Tag und Stück eine rasche Abnahme der Milch von 9,7 bis auf 7,65 kg und in Hohenheim sogar von 13,4 bis auf 8,45 kg, wobei die Kühe gleichzeitig, weniger im Verlust an Lebendgewicht, als ihrem ganzen Aussehen und Verhalten nach in einen schlechten Ernährungszustand übergingen.

Es wird freilich auch bei einem etwas weniger stickstoffreichen, nur sonst den Tieren zusagenden Futter oftmals eine bedeutende Menge Milch produziert. Die Macht der Produktion ist bei guten Milchkühen eine so große, daß dieselbe eine Zeitlang ziemlich unverändert fortdauert, selbst wenn das Futter hierzu nicht ganz ausreichendes Material liefert; dieses wird dann dem Körper des Tieres entnommen, das

letztere verliert an Fleisch und Fett, es magert mehr oder weniger ab. Indes darf die betreffende Differenz im Futter und in der Milch auf die Dauer keine zu große sein, und es verhalten sich auch die einzelnen Tiere in dieser Hinsicht sehr verschieden. Man muß im allgemeinen sich hüten, bei den Kühen einen zu schlechten Ernährungszustand eintreten zu lassen, weil damit die Quantität der Milch und deren Konzentration sich vermindert und dann oft, selbst durch reichliche Fütterung, nur sehr langsam wiederum bis auf die relativ höchste Stufe zu bringen ist.

Das Eiweiß der Nahrung liefert direkt oder indirekt den Käsestoff der Milch und außerdem Material zur Produktion der Butter. Versuche in Möckern und Hohenheim haben gezeigt, daß selbst bei ärmlicher Fütterung, wenn infolge derselben die quantitative Milchproduktion bis zu einem gewissen Punkt abgenommen hat, der ganze Ernährungszustand der Kühe zurückgegangen und alsdann nach einiger Zeit wiederum Stickstoffgleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe eingetreten ist, — daß auch in diesem Fall das aus dem Futter resorbierte Eiweiß und Fett ausreicht, um die Menge der produzierten Butter zu erklären (s. S. 45). Dies ist in noch höherem Grade der Fall bei kräftiger und stickstoffreicher Ernährung, alsdann kann oft noch der größere Teil des gebildeten Milchzuckers aus dem Eiweiß und Fett des aufgenommenen Futters abgeleitet werden, wie in München beobachtet wurde. In der That muß der Milchzucker auf die erwähnte Art jedenfalls bei dem fleischfressenden Tier entstehen, wenn dasselbe zur Zeit der Milchsekretion ausschließlich mit Fleisch und Fett gefüttert wird; bezüglich der pflanzenfressenden Tiere aber ist es wahrscheinlich, daß dabei auch die Kohlehydrate der Nahrung mitwirken.

Auf Grund der zahlreichen und genauen Beobachtungen, welche man in neuerer Zeit über die Milchproduktion angestellt hat, glaube ich die Menge des verdaulichen Eiweißes im täglichen Futter der Milchkühe pro 1000 kg Lebendgewicht auf 2,5 kg, die der stickstofffreien Nährstoffe auf 13,5 kg, das Nährstoffverhältnis also auf 1 : 5,4 normieren zu dürfen. An verdaulichem Fett sind hierbei 0,4 kg zugegen, die Gesamtmenge der organischen Substanz wird etwa 24 kg betragen und das Ganze einer Ernährung der Milchkühe auf guter Weide entsprechen.

Es ist allerdings die Milchproduktion, wie erwähnt, schon oft bei etwas geringerem Stickstoffgehalt des Futters eine befriedigende, wenn z. B. 2,0 kg an verdaulichem Eiweiß auf 1000 kg Lebendgewicht den Tieren dargeboten werden, aber dieselbe ist dann weder die möglich höchste, noch auch zu erwarten, daß sie in ziemlich unveränderter Höhe längere Zeit andauert, namentlich wenn gleichzeitig eine größere oder geringere Abmagerung der Kühe eintritt. Das Quantum

von 2,5 kg ist dasjenige, welches man meiner Ansicht nach anstreben muß, um unter allen Umständen dem Bedarf zu genügen. Wenn pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht mehrere Monate hindurch 20 kg Milch produziert werden, so sind darin durchschnittlich 0,6 kg Eiweißsubstanz (Kaseïn nebst etwas Albumin) und 0,7 kg Fett enthalten, so daß bei dem ziemlich engen Nährstoffverhältnis und der dadurch erhöhten Energie des Stoffwechsels für anderweitige Stoffbildungen (Verdauungssäfte, Kalb 2c.) und tierische Funktionen nur wenig Eiweiß übrig bleiben würde, im Fall das Gesamtfutter beträchtlich weniger resorbierbares Eiweiß als 2,5 kg enthielte, auch wenn man das aus dem Futter in den Kreislauf der Säfte übergehende Fett, welches vielleicht 0,4 kg beträgt, als vollständig für die Milchproduktion verwendbar annehmen wollte. Die Wirkung aber einer bestimmten Mehrzufuhr von Nährstoff bis zu dem angegebenen Quantum wird bei an sich milchergiebigeren Tieren größer sein als bei milchärmeren und ferner bei schwereren Tieren von gleichem Milchertrag eine geringere als bei leichteren.

Für die Milchproduktion hat man das aus dem Futter resorbierte Fett und Eiweiß, beide Stoffe mit einander in Rechnung zu ziehen, und es müßte daher anscheinend die Erhöhung des Futterfettes ebenso wie die Steigerung des Futtereiweißes auf die Quantität und Qualität, zunächst den Fettgehalt der produzierten Milch einen entschieden günstigen Einfluß ausüben. Dies ist jedoch nach den bisher in dieser Richtung vorliegenden Versuchen keineswegs der Fall; man kann denselben bezüglich der Kühe höchstens entnehmen, daß eine wesentlich vermehrte Beigabe von Futterfett die Quantität der täglich produzierten Milch etwas steigert, wohl aus dem Grunde, weil dadurch eine gewisse Menge von Futtereiweiß vor der Zerstörung im Tierkörper geschützt und für die Milchbildung disponibel wird, also auf diese Weise eine erhöhte Produktion der sämtlichen Milchbestandteile, nicht aber einseitig des Milchfettes stattfindet. Das Nahrungsfett wird nur bis zu einer gewissen Grenze, entsprechend der endosmotischen Wanderungsfähigkeit dieser Substanz im Körper der betreffenden Tiere direkt zur Vermehrung des Milchfettes beitragen können.

In Versuchen, welche man in Hohenheim ausführte, wurde bei einem sehr dürftigen Futter, welches eine rasche Verminderung der Milchproduktion bewirkt hatte, die letztere durch eine Beigabe von $^1/_2$ kg Fett (zuerst Rüböl, später Leinöl) pro Kopf nur in den ersten Tagen etwas, aber auf die ganze Fütterungsperiode bezogen, fast gar nicht gesteigert, und der prozentige Fettgehalt der Milch nahm sogar ein wenig ab, die Wässerigkeit derselben zu. In Möckern beobachteten G. Kühn und M. Fleischer bei einer Zugabe von $^1/_2$ kg Rüböl zu

einem an sich schon reichen Futter eine Steigerung des täglichen Milchertrages von etwa $^1/_2$ kg, während der prozentige Fettgehalt der Milch ganz unverändert blieb; in anderen Versuchen beobachtete man ebenfalls eine kleine Zunahme der Milchmenge, aber nur von durchschnittlich $^1/_4$ kg, als neben ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu (etwa $12^1/_2$ kg pro Tag) und 500 kg Lebendgewicht $^1/_2$ kg Rüböl verabreicht wurde und es verminderte sich mit dem Gesamt-Trockengehalt die prozentige Menge des Milchfettes. Einen deutlicheren Einfluß dagegen äußerte die Steigerung des Futterfettes, weniger auf die Quantität als auf die Qualität, zunächst den Fettgehalt der Ziegenmilch bei Versuchen, welche in Halle von Stohmann ausgeführt wurden, und zwar erhöhte sich der prozentige Fettgehalt der Milch sehr beträchtlich, als man zu einem stickstoffreichen Futter (Wiesenheu und entfettetes Leinmehl) Fett in Form von Mohnöl hinzufügte, während dieselbe Beigabe zu einem verhältnismäßig stickstoffarmen Futter (ausschließliche Fütterung mit Wiesenheu) den Fettgehalt der Milch verminderte. Jedoch ist es fraglich, ob die Versuchsresultate, welche man bezüglich der Milchproduktion bei Ziegen beobachtet hat, auch für Kühe in jeder Weise zutreffend sind. Die ersteren Tiere verhalten sich in mancher Hinsicht anders als die letzteren; ich will nur erwähnen, daß die Ziegen nach den Stohmann'schen Versuchen zur relativ höchsten Milchproduktion im täglichen Futter pro 1000 kg Lebendgewicht 6,2 bis 6,8 kg Rohprotein bedürfen, d. h. fast doppelt so viel, als womit die Kühe sich begnügen. Unter solchen Verhältnissen kann auch die Grenze, bis zu welcher das Nahrungsfett bei stickstoffreichem Futter zur Produktion von Milchfett direkt beiträgt, bei Ziegen recht wohl eine weitere sein als bei Kühen. Ähnliches gilt wohl auch von den Schafen, wie Versuche von Weiske zeigen. Ein solches Tier, welches bisher pro Tag $^1/_2$ kg Heu, $^1/_2$ kg Gersteschrot und 1 kg Rüben verzehrt hatte, lieferte bei Grünfutter ad libitum, wenn es außerdem $^1/_2$ kg Gersteschrot und $^1/_4$ kg Leinkuchen täglich erhielt, kein größeres Quantum an Milch, aber der Fettgehalt derselben war von 5 auf 6,4 % erhöht. Bei alleinigem Grünfutter ad libitum sank der tägliche Milchertrag um 100 g, während der prozentige Trocken- und Fettgehalt unverändert blieb. Bei Fütterung nur mit $1^1/_2$ kg Wiesenheu sank die Milchproduktion rasch und erheblich (von 753 bis auf 591 g), der Gehalt an Trockensubstanz aber nahm zu bis auf 18,6 % und in geringerem Grade auch der Fettgehalt (7,15 %). Wenn ferner dem Grünfutter 150 g Öl pro Tag zugelegt wurden, so blieb die Milchmenge (ca. 600 g) fast unverändert, was schon als eine günstige Wirkung bezeichnet werden muß; zugleich aber war der Gehalt der Milch an Trockensubstanz (bis 19,64 %) und an Fett (bis 8,68 %) wesentlich erhöht; es hatte gegenüber der vorhergehenden

Periode in der Milch eine Zunahme um 1,07 % an Trockensubstanz und um 1,53 % an Fett stattgefunden.

Bei allen Erörterungen über die Milchproduktion muß man stets im Auge behalten, daß die Qualität der Milch noch mehr als die Quantität in erster Linie durch die Rasse und Individualität des Tieres, durch die Beschaffenheit der Milchdrüse bedingt ist. Man kann auch durch die beste und reichlichste Fütterung die fettarme Milch einer gewöhnlichen Niederungskuh nicht in die fettreiche Milch einer Gebirgskuh verwandeln. Dies läßt sich höchstens durch eine konsequent in dieser Richtung fortgesetzte Züchtung, nicht aber durch eine einfache Futterveränderung erreichen. Die hierüber in der Praxis herrschenden Ansichten beruhen, wie ich glaube, vielfach auf Täuschungen. Bei einem plötzlichen Futterwechsel ergeben sich oft bedeutende Veränderungen wie in der Quantität, so auch in der chemischen Zusammensetzung, zunächst dem Fettgehalt der Milch; aber in letzterer Hinsicht gleichen sich die zuerst beobachteten und auch oft von einem Tage zum anderen eintretenden Differenzen für eine längere Versuchsperiode und bei gleichmäßig fortgesetzter Fütterungsweise ganz gewöhnlich wieder aus. Dies wird bewiesen durch die in Möckern und Hohenheim angestellten und auch anderswo wiederholten Versuche, bei welchen längere Zeit hindurch alltäglich Milchanalysen ausgeführt, also aus einer sehr großen Anzahl derselben die mittleren Resultate abgeleitet wurden. Kurze Beobachtungsperioden und vereinzelte Milchanalysen haben für die Entscheidung der in Rede stehenden Frage gar keinen Wert und können nur zu Irrtümern Veranlassung geben.

Die Qualität der Milch steht freilich insofern mit der Fütterung in einem entschiedenen Zusammenhang, als je nach der Art der letzteren die gewonnene Butter nach Aussehen, Konsistenz, Farbe, Haltbarkeit, Aroma und Wohlgeschmack sehr variiert und wohl auch mehr oder weniger leicht und vollständig aus der Milch sich abscheiden läßt. Bei ziemlich stickstoffarmer, überhaupt den Tieren weniger zusagender Fütterungsweise hat die Butter oft eine mehr feste, gleichsam talgige, wenig schmackhafte Beschaffenheit; sie wird, wie man sich ausdrückt, „trockener und magerer", das Stearin scheint darin über die weicheren Fette mehr vorzuherrschen. Die Winterbutter hat bekanntlich im allgemeinen einen weit geringeren Wert als die Frühjahrs- und die Stoppelbutter. Hierdurch kann schon ein in praktischer Hinsicht sehr gewichtiger Einfluß des Futters sich kundgeben, auch wenn der eigentliche Fettgehalt der Milch keine wesentliche Veränderung erlitten hat. Dazu kommt noch, daß in der That die Wässerigkeit der Milch, deren Gesamtgehalt an Trockensubstanz oft zu- oder abnimmt, während die prozentige Zusammensetzung der letzteren dieselbe bleibt. Es wird

stets bei anhaltend dürftiger Fütterung eine mehr wässerige Milch produziert, als bei durchaus genügender Nahrung; im Sommer bei voller und stickstoffreicher Grünfütterung ist die Milch konzentrierter als im Winter, obgleich die Differenz meistens nicht eine so große ist, wie man gewöhnlich annimmt. Wenn aber der Trockengehalt der Milch auch nur um $^1/_2$ oder 1 % und damit die prozentige Fettmenge entsprechend zu- oder abnimmt, so hat dies schon im großen auf die Ausbeute an Butter einen nicht unbeträchtlichen Einfluß. Endlich ist auch zu erwähnen, daß in einzelnen Fällen, vielleicht mit bedingt durch individuelle Eigenschaften der Tiere, ein bestimmterer Einfluß des Futters auf den prozentigen Fettgehalt der Milch beobachtet worden ist, z. B. in Möckern von G. Kühn infolge der reichlichen Beifütterung von Palmkernmehl; auch Malzkeime wirkten günstig, während Bohnenschrot bezüglich des prozentigen Fettgehalts der Milch sich mehr indifferent verhielt und Rapskuchen denselben sogar etwas verminderten. Neue Versuche von Schrodt in Kiel haben ferner für die Produktion der Milch günstige Resultate bei der Verfütterung von Erdnuß- und Baumwollsamenkuchen ergeben, vorausgesetzt, daß diese Ölkuchen nicht in zu großer Menge verabreicht werden, und daß sie auch frisch und völlig unverdorben sind (vgl. S. 139).

In der Praxis schreibt man fast jedem Futtermittel seinen besonderen Einfluß zu auf die Qualität der Milch und Butter. Ein zu großes Quantum von Kartoffeln im täglichen Futter soll die Butter hart und unschmackhaft machen, zu viel an Rüben, namentlich Runkelrüben derselben einen bitteren Beigeschmack geben; Schrot von Weizen, Dinkel und Gerste liefert Butter von mittlerer, Erbsen und Wicken von ziemlich harter, Hafer und ebenso Weizenkleie von weicher Konsistenz ꝛc. Hafer soll besonders günstig auf die Milchproduktion wirken; auch ist zu erwähnen, daß alle stärkemehlreichen Körner und Körnerabfälle, wie Kleien, Schwarzmehl, Reisfuttermehl, den Wohlgeschmack der Milch und Butter erhöhen, während man mit der Fütterung von Ölkuchen vorsichtig sein muß und besonders von Rapskuchen, noch mehr aber von Mohnkuchen nicht zu große Quantitäten verabreichen darf. Schlempefütterung s. S. 149.

Auf die Qualität der Milch, zunächst den Gehalt an Gesamt-Trockensubstanz wirken ferner allerlei natürliche, von der Art der Fütterung meist unabhängige Umstände. Ebenso wie die Milch von einer guten, d. h. reichlich produzierenden Kuh gewöhnlich wässeriger ist, als die Milch von einer weniger ergiebigen Kuh, so erhöht sich auch bei einem und demselben Tier mit der Entfernung von der Zeit des Kalbens, wenn also die quantitative Produktion eine geringere wird, die prozentige Menge der Milch-Trockensubstanz, wobei in der Regel die relative Menge des Kaseïns etwas zunimmt, die des Fettes

entsprechend abnimmt; umgekehrt vermindert sich die Milch-Trockensubstanz bei der Steigerung der Milcherträge von einem Jahre zum anderen bis zu einem gewissen Alter des Tieres. Auch die zu verschiedenen Tageszeiten einer Kuh entnommene Milch ist keineswegs immer von gleicher Zusammensetzung; bei längerer Dauer von einem Melken zum anderen ist dieselbe immer wässeriger als bei kürzerer Zwischenzeit, so daß bei dreimaligem Melken die Mittags- und Abendmilch von wesentlich besserer Qualität ist als die Morgenmilch. Schmoeger in Proskau hat beobachtet, daß bei täglich dreimaligem Melken die Quantität und auch der Fettgehalt der Milch größer ist als bei zweimaligem Melken. Noch auffallender ist die Differenz im Gehalt der Milch, welche man beobachtet, wenn die letztere in verschiedenen Portionen aufgefangen und untersucht wird; die Milch, welche bei dem Melken zuerst aus dem Euter fließt, ist immer weit wässeriger und weniger fettreich als das gegen Ende des jedesmaligen Melkens gewonnene Produkt. Alle diese Umstände sind zu beachten und die dadurch ermöglichten Beobachtungsfehler sorgfältig zu vermeiden, wenn man die Frage von dem etwaigen Einfluß des Futters auf die Qualität der Milch durch direkte Versuche zur Entscheidung bringen will.

Bezüglich des Bedarfs der Milchkühe an mineralischen Nährstoffen mag schließlich noch einiges erwähnt werden. Daß die Milchproduktion bei Mangel an Phosphorsäure und Kalk im Futter sehr beträchtlich leidet, ergiebt sich aus Versuchen, welche Weiske in Proskau mit Ziegen anstellte. Die Versuche in Weende von Henneberg und Stohmann über das Beharrungsfutter der Ochsen haben ergeben, daß darin pro 1000 kg Lebendgewicht täglich etwa 0,05 kg Phosphorsäure, 0,1 kg Kalk und 0,2 kg Kali enthalten sind; in 20 kg Milch ferner, welche gute Kühe längere Zeit hindurch pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht produzieren, findet man durchschnittlich 0,03 kg Kalk, 0,04 kg Phosphorsäure und 0,035 kg Kali. Als Minimum im täglichen Futter der Kühe wären also 0,09 kg Phosphorsäure, 0,13 Kalk und 0,235 kg Kali anzunehmen. Das Kali kommt hierbei nicht in betracht; das für die Beharrungsfütterung angegebene Quantum ist jedenfalls schon ein sehr reichliches und außerdem dieser Stoff in jedem vegetabilischen Futtermittel immer in so großer Menge enthalten, daß daran unter den in der Praxis vorkommenden Verhältnissen niemals ein Mangel entstehen kann. Aber auch für eine Extrazufuhr von Kalk und Phosphorsäure braucht man bei der Fütterung der Milchkühe nur selten Sorge zu tragen; in 30 kg Wiesenheu mittlerer Güte z. B., welche vielleicht auf 1000 kg Lebendgewicht täglich verfüttert werden, sind 0,122 kg Phosphorsäure, 0,256 kg Kalk und 0,390 kg Kali enthalten. Nur bei fast ausschließlicher

Fütterung mit Stroh, Spreu und Wurzelgewächsen (beziehungsweise Branntweinschlempe und Rübenpreßlingen) ist möglicherweise eine Extrazufuhr von Kalk rätlich in der Form von geschlämmter Kreide oder von weichen Kalk-Lecksteinen; an Phosphorsäure wird es wohl nur ausnahmsweise fehlen, wenn nämlich das verabreichte Rauhfutter (Heu und Stroh) daran ungewöhnlich arm ist.

Für die gute Haltung der Milchkühe ist eine Beigabe von Kochsalz zum Futter wichtig, schon wegen des großen Kalireichtums des Futters (s. S. 17), und mehr noch aus dem Grunde, weil diese Beigabe den Plasmastrom, das Zirkulationseiweiß in lebhafterer Bewegung und Thätigkeit erhält und dadurch, wie auch infolge der gleichzeitig vermehrten Wasseraufnahme die Milchproduktion fördert. Wenn auch, bei sonst reichlich genügender Fütterung, der günstige Einfluß des Kochsalzes in der Menge und Güte der Milch nicht sofort sich ausspricht, so giebt sich derselbe doch in dem ganzen Aussehen und Verhalten der Tiere zu erkennen, und möchte namentlich auch eine längere Fortdauer relativ hoher Milcherträge bewirken. Bekannt ist ferner, daß das Kochsalz die Schmackhaftigkeit des Futters erhöht, also den Appetit der Tiere anregt und ein an sich weniger gedeihliches Futter verbessert. Die Verabreichung von 15 bis 20 g Salz pro Kopf und Tag an Milchkühe wird gewiß vorteilhaft sein; größere Gaben sind überflüssig und können sogar nachteilig auf die Milchproduktion einwirken.

Die Fütterung des Jungviehes.

Wir betrachten zunächst die Fütterung der Kälber und der jungen Rinder. Es sind darüber zwar zahlreiche Beobachtungen in der Praxis, aber nur selten solche Versuche angestellt worden, denen man einen wissenschaftlichen Charakter beilegen und zur Begründung allgemeiner Prinzipien etwas entnehmen könnte. Von Interesse jedoch ist ein schon vor längerer Zeit in Sachsen von Crusius ausgeführter Versuch, in welchem drei 14 Tage alte Kälber (Lebendgewicht 53, 59 und 52 kg) in ihrer 3. und 4. Lebenswoche auf die Weise gefüttert wurden, daß Nr. 1 täglich 6 kg normale Kuhmilch und 6 kg Molken, Nr. 2 10 kg abgerahmte und Nr. 3 8 kg normale Milch nebst 1,75 kg Rahm (Sahne) erhielt. Hierbei betrug der Konsum (nach direkter Analyse) und die Gewichtszunahme durchschnittlich pro Woche:

Kalb Nr.	Konsum pr. Woche. Organ. Substanz. kg	Eiweiß. kg	Zucker. kg	Fett. kg	Nährstoffverhältnis.	Zunahme des Tieres pr. Woche. kg	Org. Substanz im Futter auf 1 kg Zunahme. kg
1	7,40	1,70	4,10	1,6	1:4,47	6,0	1,23
2	6,20	2,25	3,25	0,7	1:2,05	3,65	1,71
3	9,45	2,30	3,25	3,9	1:5,40	10,75	0,88

In dem angegebenen Nährstoffverhältnis ist der Milchzucker sowohl als das Milchfett mit dem Stärkemehl-Äquivalent berechnet worden. Die in diesen Versuchen benutzte Kuhmilch war ziemlich stickstoffreich, dagegen fettarm (nur 2,6 % Butter); bei wirklich normaler d. h. mittlerer Beschaffenheit der Milch wäre das Nährstoffverhältnis bei Nr. 1 und 3 ein noch weiteres gewesen.

Wie man sieht, war die Zunahme des Lebendgewichtes der einzelnen Tiere, je nach der Fütterungsweise, eine auffallend verschiedene. Die Differenz aber wird nicht sowohl durch eine spezifische Wirkung des höheren oder geringeren Fettgehalts im Futter, als vielmehr dadurch bedingt gewesen sein, daß die Gesamtmenge der organischen Substanz eine ungleiche und namentlich das Nährstoffverhältnis ein engeres oder weiteres war. Bei dem Kalb Nr. 2 war das Nährstoffverhältnis ein sehr enges, und es ist deshalb ein beträchtlicher Teil des Futtereiweißes im Körper des Tieres vollständig zerstört und oxydiert worden, also nicht zum Ansatz gelangt; auch bei etwas größerer Gesamtmenge der organischen Substanz im Futter, aber unverändertem Nährstoffverhältnis wäre wahrscheinlich die Gewichtszunahme des Tieres nur unbedeutend gesteigert worden, während die einfache Zugabe von Fett bei Nr. 3 eine so überaus günstige Wirkung geäußert hat. In dem Versuch Nr. 1 war die Gewichtszunahme des Kalbes eine befriedigende und nahezu dem Mittel der Beobachtungen bei ausschließlicher Ernährung der Kälber mit süßer Milch entsprechend, ungeachtet die Menge des Fettes und ebenso die des Eiweißes eine verhältnismäßig geringe war. Dies beweist, daß das Fett in seiner Wirkung wenigstens teilweise durch Kohlehydrate, hier Milchzucker, ersetzt werden kann. Für die Praxis ist dieses Versuchsresultat von Wert, weil daraus sich zu ergeben scheint, daß man schon in sehr früher Lebensperiode der Kälber einen Teil der süßen Milch, etwa die Hälfte, ihnen entziehen und dafür Molken verabreichen oder vielleicht auch in abgerahmter Milch einfach Zucker auflösen oder derselben Stärkemehl, Mehlsuppe, Maismehl u. dgl. zusetzen kann. Selbst Kälbermast läßt sich nicht nur mit süßer, sondern auch mit abgerahmter Milch bewirken und oft mit 10 bis 12 kg der letzteren, wie mehrfache Versuche zeigen, 5—8 Wochen hindurch je 1 kg Zunahme des Lebendgewichtes erzielen, insbesondere, wenn man gegen Ende der Mastzeit etwas schmackhaftes und leicht verdauliches Kraftfutter der Milch beimischt.

Ich lege bei der Besprechung der obigen Versuche ein Hauptgewicht auf das in Nr. 1 und 3 vorhandene weitere Nährstoffverhältnis, weil unter dem Einfluß desselben mehr Eiweiß zum Ansatz gelangen mußte und eben dadurch, weniger durch den Ansatz von Fett, die rasche Zunahme des Lebendgewichts der Tiere zu erklären ist. Das

Fett kann, wenn es in dem Körper der jungen Tiere abgelagert wird, keine sehr rasche und auffallende Zunahme des Lebendgewichtes bewirken, weil es großenteils nur an die Stelle von Wasser tritt, welches dafür in entsprechender Menge aus dem Körper sich ausscheidet. Mit dem Ansatz von Eiweiß aber erfolgt fast immer auch ein beträchtlicher Ansatz von Wasser, da das reine Fleisch und alle fettfreien oder fettarmen fleischigen Organe des Tierkörpers etwa zu $^3/_4$ aus Wasser und nur zu $^1/_4$ aus Eiweißsubstanz bestehen. Im Körper der sehr jungen, im raschen Wachstum begriffenen Tiere ist aber das Verhältnis des Wassers zur gesamten organischen Substanz ein noch weiteres, was wohl zu beachten ist, wenn man den Nähreffekt eines Futters bei jüngeren und älteren Tieren einfach nach der Zunahme des Lebendgewichtes beurteilen will.

Das Fett wird jedoch in der Milch schwerlich, ohne Störung des Nähreffektes, vollständig durch Kohlehydrate zu ersetzen sein; es ist bekanntlich das konzentrierteste aller Respirationsmittel und auch in dem Zustand, in welchem es in der Milch sich befindet, für die ersten Lebenstage und Wochen des Tieres besonders leicht verdaulich, wozu noch die große Schmackhaftigkeit der Milch bei normaler Beschaffenheit derselben hinzukommt. Es ist daher die natürliche Milch immer dasjenige Futter, von dessen Zusammensetzung man bei der Ernährung der Kälber auszugehen und welches man denselben wenigstens in den ersten 14 Lebenstagen möglichst unvermischt zu verabreichen hat. In der Milch von mittlerer Beschaffenheit ist das Nährstoffverhältnis 1 : 4,5, wenn man nämlich bei den stickstofffreien Bestandteilen das Fett (3,5 % der Milch) mit seinem Stärkemehl-Äquivalent (Faktor = 2,44) zu dem Milchzucker hinzurechnet; da aber die Zusammensetzung der Milch, namentlich deren Fettgehalt (von 2,0 bis 5,0 %) nach Rasse und Individuum sehr wechselt, so ist auch das Nährstoffverhältnis ein sehr schwankendes, von 1 : 3,3 bis 1 : 5,5. Hierauf wird es großenteils beruhen, daß der Nähreffekt von einer gleichen Quantität Milch oftmals so verschieden ausfällt. Durchschnittlich erzielt man in den ersten 4 bis 6 Lebenswochen des Kalbes mit 10 kg süßer Milch oder 1,25 kg Milch-Trockensubstanz 1 kg Zunahme des Lebendgewichtes, anfangs mit einer etwas geringeren, später mit einer größeren Quantität. Dies wird bestätigt durch die exakten, von Soxhlet in Wien mit Saugkälbern, unter Beihilfe des Respirationsapparates ausgeführten Versuche (s. S. 29). Hierbei nämlich wurde in den ersten 2—3 Lebenswochen der Kälber 1 kg Gewichtszunahme derselben produziert mit 1,04 kg Trockensubstanz der süßen Milch, und es ließ sich berechnen, daß die Gewichtszunahme, welche täglich im Durchschnitt 925 g betrug, zu 18,2 % aus Eiweißsubstanz, zu 17,1 % aus Fett, zu 3,6 % aus

Asche und zu 61,1 % aus Wasser bestand. Von dem Fett sowohl als von dem Eiweiß der verzehrten Milch gelangten nicht weniger als 67—68 % zum bleibenden Ansatz im Körper der jungen Tiere.

In den allerersten Tagen nach der Geburt ist es besonders wichtig, dem Kalb die Milch der eigenen Mutter zukommen zu lassen. Das sogenannte Kolostrum nämlich hat eine wesentlich andere Zusammensetzung als die später produzierte Milch, dasselbe enthält weit mehr Gesamt-Trockensubstanz, neben Kaseïn noch viel Albumin, dagegen relativ weniger Fett und namentlich Zucker; das Nährstoffverhältnis ist ein engeres, die Verdaulichkeit des Ganzen eine anscheinend größere. Diese Differenzen verschwinden aber schon im Verlauf von 8 Tagen, bei größerer Milchergiebigkeit der Kuh rascher als bei quantitativ geringerer Milchproduktion, und nach dieser Zeit ist es für den Nährerfolg gleichgiltig, ob man die Muttermilch füttert oder Milch für die Kälber dem Sammelfaß entnimmt. Wenn man bei der Aufzucht Tiere von besonders guter Mastfähigkeit erzielen will, so empfiehlt es sich, die Ernährung der Kälber ausschließlich mit Milch längere Zeit (6—8 Wochen) fortzusetzen, während bei späteren Milchtieren 3—4 Wochen genügen. Ein Kalb bedarf als tägliche Nahrung $^1/_6$ bis $^1/_8$, bei sehr reichlicher Ernährung (spätere Masttiere) $^1/_5$ des Lebendgewichtes an Milch.

Bei der Entwöhnung der Kälber, d. h. bei dem Übergang von der reinen Milchnahrung zu anderem Futter, muß man sorgfältig darauf achten, daß kein Rückschlag im ganzen Zustand der Tiere eintritt, diese vielmehr fortwährend gleichmäßig und befriedigend an Lebendgewicht zunehmen. Letzteres läßt sich nur erreichen, wenn man den Übergang von einer Fütterungsweise zur anderen ganz allmählich erfolgen läßt und für die Milch nach Verdaulichkeit, Nährkraft und Schmackhaftigkeit durchaus geeignete Surrogate auswählt. Vorzüglich geeignet hierzu sind anfangs gequetschte und gekochte Leinsamen, später Leinkuchen; aber auch andere schmackhafte Ölkuchen, namentlich Palm-, Erdnuß- und Kokosnußkuchen, sowie Hafer, Gerste, Malzkeime, Erbsenschrot ꝛc. kann man mit gutem Erfolg zu diesem Zweck verwenden, während man zu gleicher Zeit durch Verabreichung des feinsten und schmackhaftesten Wiesenheues die Tiere an Rauhfutter gewöhnt; Kleefütterung ist hierbei zu vermeiden. Wo man die Kälber bald auf eine gute, ihrem Gedeihen völlig zusagende Weide treiben kann, wird sich freilich die Entwöhnung von der Milchnahrung leicht und ganz von selber machen; bei der Stallfütterung aber muß man in der betreffenden Periode zunächst noch dasselbe Nährstoffverhältnis einhalten, wie es durchschnittlich in der Milch vorhanden ist, oder doch erst gegen Ende der Entwöhnungszeit etwas erweitern. Dagegen kann man das

Fett der ausschließlichen Milchnahrung ziemlich rasch vermindern, und großenteils durch eine entsprechende Menge von leichtverdaulichen Kohlehydraten ersetzen, ohne jedoch auch diesen Übergang zu sehr zu beschleunigen. Unter Beachtung der hier angedeuteten Regeln ist die völlige Entwöhnung der Kälber von der Milchnahrung in deren 9. oder 10. Lebenswoche oder noch früher beendet, und es müssen die Tiere alsdann im Alter von 10 Wochen bei mittelschweren Rassen ein Lebendgewicht pro Kopf von 75 bis gegen 100 kg erreicht haben.

Nach der Entwöhnung ist es rätlich, das Jungvieh noch eine Zeitlang ziemlich kräftig zu füttern und dabei ein Nährstoffverhältnis von 1 : 5 bis 6 einzuhalten, entsprechend der Ernährung auf einer guten Weide; es ist dies für die ganze spätere Entwickelung und Haltung der Tiere von günstigem Erfolg. Sobald aber die Tiere 4 bis 6 Monate alt sind, geht man allmählich zu einer mehr voluminösen, stickstoffärmeren, überhaupt weniger gehaltreichen Fütterungsweise über, wobei auch das saftige Wurzelfutter in größerem Maßstabe Anwendung findet. Um namentlich gute Milchkühe zu erzielen, darf die sehr intensive Fütterung der Kälber nicht zu lange fortgesetzt werden; wenn die Tiere frühzeitig zu viel Fett ansetzen, behalten sie diese Neigung auch für das spätere Alter und produzieren um so weniger Milch. Es ist diesen Verhältnissen bei der Entwerfung der im Anhang mitgeteilten Fütterungsnormen für wachsende Rinder Rechnung getragen worden.

Bei der Fütterung der Lämmer, welche im jugendlichen Alter verhältnismäßig noch rascher an Gewicht zunehmen als die Kälber, und bei ungenügender Fütterungsweise sehr leicht verkümmern, hat man besonders große Vorsicht zu beobachten. Es gilt dieses zunächst bezüglich der Auswahl des Rauhfutters während der Entwöhnungsperiode oder gleich nach derselben. Die Lämmer entwickeln sich am besten auf einer guten Weide; im Stall muß ihnen das zarteste und schmackhafteste Wiesenheu dargeboten werden. Wenn dieses nur etwas grobstengelig ist oder durch nicht ganz günstige Erntewitterung an Schmackhaftigkeit verloren hat, so verzehren sie davon ein zu geringes Quantum und bleiben im Wachstum auffallend zurück. Schon bei mittlerer Beschaffenheit des Wiesenheues ist eine entsprechende Beigabe von Körnern, namentlich von Hafer oder einem noch stickstoffreicheren geeigneten Futtermittel, zu verabreichen. Auf der Versuchsstation in Hohenheim hat man junge Hammel der württembergischen Bastardrasse vom 5. bis zum 14. Lebensmonate teils sehr intensiv mit Körnern, teils ausschließlich anfangs mit vorzüglichem Wiesenheu, später mit Wiesengrummet gefüttert und hierbei in 5 verschiedenen Wachstumsperioden die Menge der wirklich verdauten Futterbestandteile genau bestimmt. Aus den Resultaten dieser Versuche haben die Zahlenverhältnisse ab-

geleitet werden können, wie sie in der im Anhang mitgeteilten Tabelle der Fütterungsnormen aufgeführt sind; dieselben gelten für Tiere, welche bei mittlerer Feinheit der Wolle im ausgewachsenen Zustand ein Lebendgewicht von 45 bis 50 kg haben und dabei in einem guten oder doch mittleren Ernährungszustand sich befinden sollen. Ganz ähnliches beobachtete auch Weiske in Proskau; normale Lämmer einer Southdown-Merino-Herde entwickelten sich fortwährend regelmäßig bei einem Futter, welches pro Tag und Kopf nach direkten Ermittelungen in folgender Weise sich gestaltete.

Alter der Tiere.	Lebendgewicht.	Organ. Substanz im Futter.	Verdauliche Stoffe.			Nährstoffverhältnis.
			Eiweiß.	Kohlehydrate.	Fett.	
Monate.	kg	g	g	g	g	
5—6	23	665	79	376	16	1 : 5,3
7—9	30	780	86	427	17	1 : 5,5
10—12	35	820	82	429	19	1 : 5,8
13—15	39	850	81	445	21	1 : 6,2
16—24	47	950	73	492	24	1 : 7,6

Bei denselben Versuchen wurde auch der Ansatz von Mineralstoffen im Körper der Tiere genau bestimmt; es ergab sich als solcher pro Tag und Kopf, und zwar ebenso wie bezüglich der vorstehenden Zahlen im Durchschnitt der Resultate von jedesmal zwei auf einander folgenden Versuchsperioden berechnet:

Alter der Tiere.	Lebendgewicht.	Angesetzt pro Tag und Kopf				
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.
Monate.	kg	g	g	g	g	g
5—6	23	2,04	0,84	1,56	0,12	1,09
7—9	30	2,89	1,05	2,00	0,32	1,65
10—12	35	3,05	0,81	1,81	0,38	2,50
13—15	39	2,65	0,72	2,07	0,35	3,14

Hiernach hat bei der Phosphorsäure bis zum Alter der Tiere von etwa 15 Monaten ein regelmäßig steigender Ansatz stattgefunden; von jedem der übrigen Mineralstoffe sind in allen Versuchsperioden pro Tag ziemlich gleiche Mengen im Körper angesetzt worden.

Über den Nährstoffbedarf der jungen Schweine, wenn dieselben später zur Zucht benutzt oder erst im ziemlich erwachsenen Zustand zur Mast aufgestellt werden sollen, sind mir keine genaueren Versuche bekannt. Für gewöhnlich aber füttert man die Schweine von der ersten Jugend an so reichlich, daß sie bei rascher Zunahme des Lebendgewichtes fortwährend in einem gemästeten Zustand sich befinden; die hierzu erforderliche Nährstoffmenge ist im folgenden Kapitel angedeutet.

Bei der Fütterung des Jungviehes ist es mehr als bei irgend einem andern Fütterungszweck wichtig, auch den Gehalt des Futters an mineralischen Nährstoffen zu beachten, zunächst an Phosphorsäure und Kalk; andere Mineralstoffe, wie Kali, Magnesia und Eisen, werden wohl unter allen Umständen reichlich genügend vorhanden sein. Wenn ein Kalb bis zum Schluß des ersten Lebensjahres ein Gewicht von 350 kg erreicht, so hat das Tier in seinem Körper, nach vorliegenden Untersuchungen, etwa 6750 g Phosphorsäure und 7500 g Kalk angesammelt, also durchschnittlich pro Tag 18,5 g von der ersteren und 20,5 g von der letzteren Mineralsubstanz. Ähnliche Mengen, nur in einem umgekehrten Verhältnis sind von diesen beiden Stoffen in 10 kg gewöhnlicher Kuhmilch enthalten, womit das Kalb vielleicht in seinen ersten Lebenswochen täglich gefüttert worden ist, nämlich 20,2 und 16,7 g. Es beträgt das angegebene Quantum der Phosphorsäure 30 bis oft über 50 % von dem Gesamtgehalt des im Verlaufe des ersten Jahres pro Tag verzehrten Futters an diesem Stoff, und im Körper der Säuglinge wird bei ausschließlicher Ernährung mit Milch daraus manchmal fast die ganze Menge der Phosphorsäure und des Kalkes angesetzt (vgl. S. 29). Die Versuche ferner, welche in Proskau von Weiske und Wildt mit 5—6 Monate alten Kälbern ausgeführt wurden, ergaben pro Tag und Kopf einen Ansatz von 16,9 g Kalk und 21,6 g Phosphorsäure. Zugleich beobachtete man, daß aus einer Beigabe von präpariertem phosphorsaurem Kalk nur dann etwas assimiliert wird, wenn das sonstige Futter durch seinen Gehalt an verdaulichen Bestandteilen nicht genügt, um den Bedarf der Tiere an Kalk und Phosphorsäure bis zu jenem Betrage von beziehungsweise 17 und 22 g vollständig zu decken.

Wenn auch die Mineralstoffe der Milch so gut wie absolut verdaulich sind und unter Umständen im Tierkörper vollständig zum Ansatz gelangen können, so geschieht dies doch entschieden nicht bezüglich der Mineralstoffe anderer Futtermittel, und jedenfalls ist es klar, daß bei dem großen Bedarf der jungen, im raschen Wachstum begriffenen Tiere an Phosphorsäure und Kalk, daran im Futter ein gewisser Ueberschuß vorhanden sein muß, besonders in den ersten Lebensmonaten, wenn eine möglichst rasche und vollkommene Ausbildung des ganzen Knochensystems erfolgen soll und die Tiere ein nur geringes Gesamtquantum von Trockensubstanz in sich aufzunehmen imstande sind. Die jungen Rinder werden meist reichlich mit gutem Wiesenheu und Körnern gefüttert und alsdann wird nicht leicht ein Mangel an den genannten Mineralstoffen eintreten, da diese beiden Futtermittel in ihrem Gehalt daran sich gegenseitig ergänzen; in 1 kg Hafer z. B. sind durchschnittlich 6,8 g Phosphorsäure und nur 1 g Kalk, in 1 kg Wiesenheu

aber 4,4 g Phosphorſäure und 9,8 g Kalk enthalten. Wenn jedoch viel Wurzel- und Körnerfutter neben mehr Stroh und Spreu als Heu verabreicht wird, dann fehlt es oftmals zunächſt an Kalk, denn mit 1 kg Kartoffeln nehmen die Tiere 1,6 g Phosphorſäure und nur etwa 0,3 g Kalk, und mit 1 kg Sommerhalmſtroh beziehungsweiſe 2,4 und 3,8 g von dieſen Stoffen in ſich auf. Unter ſolchen Umſtänden iſt es rätlich, etwas geſchlämmte Kreide, 10 bis 20 g täglich pro Kopf dem Futter beizumiſchen oder weiche Kalkſteine zum beliebigen Ablecken den Tieren in geeigneter Weiſe vorzulegen. Sollte es außer an Kalk gleichzeitig auch an Phosphorſäure fehlen, ſo können beide Stoffe ſehr zweckmäßig in der Form von chemiſch präpariertem phosphorſaurem Kalk zugeführt werden, von welchem man aus direkten Verſuchen weiß, daß er von Kälbern und Lämmern in ſolchen Fällen verdaut wird.

Es iſt immer wünſchenswert, daß das Futter der jungen, von der Milchnahrung entwöhnten Tiere zwei- bis dreimal ſo viel Phosphorſäure und Kalk enthält, als dem Minimum ihres Bedarfs zum Anſatz im Körper entſpricht. Im Fall es daran im Futter fehlt, bleiben die Tiere, trotz ſonſt vielleicht reichlicher Ernährung, im Wachstum auffallend zurück und verkümmern, wie die in Proskau von Weiske und Wildt mit Lämmern ausgeführten Verſuche deutlich beweiſen.

Die Mäſtung der Tiere.

Die Mäſtung der Tiere bezweckt die Bildung und den Anſatz ganz vorherrſchend von Fett, weniger von Fleiſch; von dem erſteren wird bei der Maſt nach in England ausgeführten Unterſuchungen (ſ. S. 46) faſt 10 mal mehr im Tierkörper angeſetzt, als von dem letzteren. Neuere Verſuche von Kern und Wattenberg in Göttingen (vgl. S. 47) ergaben ſogar, daß bei der Mäſtung volljähriger Hammel gar kein Fleiſch, nur Fett ſich anſammelt. Bei den betreffenden Unterſuchungen waren aber die „mageren“ Tiere ſchon in einem gut genährten, teilweiſe halb gemäſteten Zuſtand; wenn dieſes nicht der Fall iſt, dann wird der Anſatz von Eiweiß (Fleiſch), namentlich in der erſten Hälfte der Mäſtungszeit, ein verhältnismäßig größerer ſein. Jedoch iſt der Fleiſchanſatz immer vorzugsweiſe bei jungen, noch im raſchen Wachstum begriffenen Tieren, in weit geringerem Grade dagegen bei dem eigentlichen Maſtvieh vorhanden. Die allgemeinen Geſetze der Fleiſch- und Fettbildung ſind ſchon früher erörtert worden, und ich verweiſe auf das, was hierüber S. 36 ff. und S. 53 ff. geſagt iſt. Nur auf einige beſonders wichtige Punkte will ich hier noch aufmerkſam machen.

Digitized by Google

Abgetriebene, an Fleisch und Fett arme Ochsen lassen sich nicht sofort und rasch mästen; sie müssen zu diesem Zweck zunächst in einen fleischigen, gut genährten Zustand versetzt werden. Es ist unmöglich, einen Körper reich zu machen an Fleisch und Fett, wenn an ihm nicht schon eine gewisse, nicht zu geringe Menge von Organ- und Zirkulationseiweiß sich befindet, wodurch er erst fähig wird, viel Eiweiß und Fett zu verdauen, zu resorbieren und abzulagern. Um einen guten Ernährungszustand herbeizuführen, wenn derselbe nicht schon infolge der vorausgehenden Fütterung vorhanden ist, kann man z. B. den Ochsen 14 Tage oder drei Wochen lang vorherrschend Kleeheu mit mäßigem Zusatz von Getreideschrot und Ölkuchen (auch Branntweinschlempe, Biertreber, Malzkeime, Bohnenschrot ꝛc.) verabreichen, so daß auf 1000 kg Lebendgewicht im täglichen Gesamtfutter etwa 2,5 kg verdauliches Eiweiß und 12,5 kg stickstofffreie Nährstoffe enthalten sind, das Nährstoffverhältnis also als ein ziemlich enges = 1 : 5 sich gestaltet.

Nach dieser Vorfütterung beginnt dann erst die eigentliche Mästung der Tiere, wobei man vorläufig nicht die Menge der stickstoffhaltigen, sondern nur diejenige der stickstofffreien Nährstoffe, von 12,5 vielleicht bis auf 16,25 kg vermehrt, das Nährstoffverhältnis also wesentlich sich erweitert (1 : 6,5). Hierdurch wird bewirkt, daß der Strom von Zirkulationseiweiß und dessen Umsatz sich vermindert, davon und auch von dem im Futter zugeführten Eiweiß ein Teil an den Organen zum bleibenden Ansatz gelangt. Gleichzeitig aber wird das aus dem Futter resorbierte oder im Körper neu entstandene Fett großenteils vor der Verbrennung geschützt und ebenfalls in den betreffenden Geweben angesetzt. Der Ansatz von Fett geschieht nämlich leichter in einem schon durch die Vorfütterung fleischig gewordenen Körper, als wenn derselbe verhältnismäßig arm ist an Organeiweiß.

Sobald in den Tieren neben Fleisch auch schon ziemlich viel Fett sich angesammelt hat, nachdem etwa ein Drittel der ganzen Mästungszeit verflossen ist, wird es zweckmäßig sein, die Menge des Futtereiweißes bis auf etwa 3,0 kg allmählich zu erhöhen und also das Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter zu verengen (1 : 5,5). Dadurch wird reichliches Material zur Neubildung von Fett zugeführt, was um so wichtiger ist, als mit der größeren Ansammlung desselben dem noch weiteren Ansatz immer mehr Schwierigkeiten entgegentreten, während andererseits eine bedenkliche Steigerung des Stromes von Zirkulationseiweiß nicht zu befürchten ist, wenn bereits ziemlich viel Fett im Körper sich angesammelt hat. Das Futter von der hier angedeuteten Beschaffenheit ist als das eigentliche Mastfutter zu betrachten und unverändert längere Zeit hindurch zu verabreichen.

In der Praxis ist es oft gebräuchlich, gegen Ende der ganzen

Mäſtungszeit den Tieren wiederum ein etwas ſtickſtoffärmeres Futter darzubieten, indem man z. B. die bisher vielleicht verfütterten Ölkuchen oder ſonſtige ſtickſtoffreiche Futtermittel durch Getreideſchrot erſetzt. Es kann dadurch ein weſentlicher Vorteil erzielt werden, wenn das Geſamtfuttter auf ſolche Weiſe, wie nicht ſelten der Fall ſein möchte, an Schmackhaftigkeit gewinnt und vielleicht auch der Gehalt an verdaulichem Nährſtoff ſich erhöht. Ebenſo wird möglicherweiſe durch das weitere Nährſtoffverhältnis noch gegen Ende der Mäſtungszeit etwas Eiweiß zum Anſatz gebracht, ohne daß dabei die Fettmenge des Körpers eine Beeinträchtigung erleidet; endlich wird dadurch, wie es ſcheint, das ganze Maſtprodukt in ſeinem Wert verbeſſert, die zur menſchlichen Ernährung dienende Fleiſchmaſſe zarter, ſaftiger und überhaupt ſchmackhafter. Indes möchte es doch nicht rätlich ſein, hierbei das Nährſtoffverhältnis über 1 : 6 hinaus zu erweitern.

Die Vermehrung der Fettſubſtanz im Futter, der Zuſatz z. B. von Rüböl, bei Maſtochſen 250 bis 500 g und bei Maſtſchweinen 30 bis 40 g pro Kopf und Tag, iſt in direkten Verſuchen manchmal von günſtigem Erfolg geweſen für die raſche Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere, und zwar hauptſächlich dann, wenn das Nährſtoffverhältnis ein engeres war. Es wird dadurch, wie wir wiſſen, der Anſatz von Eiweiß ſowohl als von Fett befördert und ein derartiger Zuſatz zum Futter hauptſächlich in der zweiten und Hauptperiode der Mäſtung am Platze ſein; das Futter iſt alsdann ein um ſo intenſiveres. Jedoch hat die Beigabe von Rüböl oder irgend eines anderen Fettes in Subſtanz bis jetzt in der Praxis nirgends Verbreitung gefunden; die im Handel vorkommenden reinen Fette ſind zu dieſem Zweck zu teuer, da der günſtige Erfolg bei der Mäſtung keineswegs immer geſichert iſt, nicht ſelten ſogar von jener Beigabe eine nachteilige Wirkung für den Appetit und die Verdauungsthätigkeit der Tiere, zunächſt des Rindviehes eintreten kann, wenn nämlich die Menge des Öles eine nur einigermaßen große iſt und die Fütterungsweiſe zu lange fortgeſetzt wird. Dennoch iſt der Fettgehalt des Maſtfutters gewiß beachtenswert und ſtets eine entſprechende Erhöhung desſelben anzuſtreben, zunächſt bei engeren Nährſtoffverhältniſſen; dies kann ohne beſondere Koſten erreicht werden durch paſſende Verwendung von allerlei Ölkuchen, unter Umſtänden auch durch Zuſatz kleinerer Mengen von Ölſämereien.

Bei der Mäſtung der Tiere iſt es beſonders wichtig, dieſelben zur Aufnahme einer möglichſt großen Quantität von nährſtoffreichem und leichtverdaulichem Futter zu beſtimmen, das letztere ihnen alſo möglichſt ſchmackhaft zu machen. Zu dieſem Zweck hat man das Futter paſſend zuzubereiten und dazu dient auch ein entſprechender Zuſatz von Kochſalz. Auf ſolche Weiſe erzielt man durch Erhöhung der Schmack-

haftigkeit des Futters oft große Vorteile, wenn auch die Verdaulichkeit und die eigentliche Nährwirkung eines bestimmten Quantums desselben nicht gesteigert wird (s. S. 104). Das Mastfutter kann freilich wegen seines großen Nährstoffgehaltes den Zusatz von ziemlich viel Salz vertragen, namentlich wenn es sich um die Verfütterung beträchtlicher Massen von Kartoffeln und von Rübenpreßlingen oder Diffusionsrückständen handelt; dennoch aber darf man nur von der Erhöhung der Schmackhaftigkeit des Futters sich leiten lassen und die Salzgaben nicht zu sehr steigern, weil sonst direkt durch das Kochsalz wie auch infolge der alsdann vermehrten Wasseraufnahme der Umsatz im Tierkörper beschleunigt würde und damit eine geringere Ausnutzung des Gesamtfutters zu befürchten wäre (s. S. 34). Auch eine zu große Wässerigkeit des Futters ist zu vermeiden, wenn man bei der Mästung einen möglichst günstigen Erfolg zu erzielen wünscht; die Menge des Wassers gegenüber derjenigen der Trockensubstanz im Gesamtfutter sollte bei der Mästung des Rindviehes das Verhältnis von 4 bis 5 : 1, bei der Mästung der Schafe aber von 2 bis 3 : 1 nicht übersteigen.

Viele Mästungsversuche, welche in neuerer Zeit mit Schafen ausgeführt worden sind, z. B. auf den Versuchsstationen in Weende, Braunschweig, Dresden, Hohenheim ꝛc., sprechen bei diesen Tieren zu gunsten einer stickstoffreichen Fütterungsweise. Nicht allein war dabei die Zunahme des Lebendgewichtes eine raschere als bei stickstoffärmerem Futter, sondern es ergab sich auch aus den Schlachtresultaten, daß im Körper der Tiere eine beträchtlich größere Menge von Talg und Fett sich angesammelt hatte (vgl. S. 46). Durch die Praxis wird dies Resultat oftmals bestätigt; bekanntlich ist z. B. Bohnenschrot, wenn man dasselbe neben Wiesenheu an starke Hammel bis zu 1 kg pro Tag verabreicht, für diese Tiere von vorzüglicher Mastwirkung. Im übrigen sind dieselben allgemeinen Regeln bei der Mästung der Schafe zu beobachten, wie bei der Mästung der Ochsen. Da aber die Schafe meistens schon bei dem Beginn der Mästung in einem guten Ernährungszustande sich befinden, so kann man häufig die betreffende Vorfütterung unterlassen, sowie auch von der anfangs etwas stickstoffärmeren (Nährstoffverhältnis etwa 1 : 5,5) zu der stickstoffreicheren Mastfütterung (1 : 4,5) rascher übergehen, die letztere also um so länger einhalten. Es ist hiermit jedoch nicht gesagt, daß nicht auch Futtermischungen mit etwas weiterem Nährstoffverhältnis (1 : 5 bis 6) einen guten Masterfolg bei Schafen äußern können. Das wichtigste Moment bei der Mästung ist immer, daß das Gesamtfutter hinreichend leichtverdaulich und den Tieren schmackhaft ist.

Ein gutes Mastfutter der Schafe darf, wie schon erwähnt, keine zu wässerige Beschaffenheit haben; reichliche Mengen von Branntwein-

ſchlempe und ſelbſt von Rüben verwerten ſich bei dieſen Tieren weniger gut, als bei der Mäſtung von Ochſen. Dagegen läßt ſich ſchon bei der Verfütterung von Kartoffeln zwiſchen Trockenſubſtanz und Waſſer im Geſamtfutter das günſtigere Verhältnis von 1 : 2 bis 3 herſtellen. Am beſten iſt der Maſterfolg, wenn neben gutem Wieſenheu geeignete Arten von Körnerſchrot oder Körnerabfällen verabreicht werden.

Die Schafe können im Verhältnis zu ihrem Lebendgewicht etwas mehr Geſamt-Trockenſubſtanz in ſich aufnehmen und auch ein intenſiveres Futter vertragen, als die Ochſen. Im allgemeinen aber wird man bei beiden Tiergattungen am meiſten Vorteil erzielen, wenn das tägliche Maſtfutter auf 1000 kg Lebendgewicht im Beginn der Mäſtung berechnet, eine Nährſtoffmenge im ganzen von etwa 18 kg enthält; alsdann werden durchſchnittlich unter ſonſt günſtigen Verhältniſſen 100 kg Geſamtnährſtoff bei den Hammeln 10 bis 12 kg, bei den Ochſen vielleicht noch etwas mehr Gewichtszunahme bewirken. Hinſichtlich des Futterkonſums aber und hinſichtlich der Nährwirkung des aufgenommenen Futters verhalten ſich die einzelnen Schafraſſen weſentlich verſchieden; die ſtärkeren Raſſen, namentlich die engliſchen, haben meiſt eine größere Maſtfähigkeit als die kleineren und feineren Raſſen, wenn auch das Verdauungsvermögen, bei gleichem Alter und ſonſt ganz geſundem Zuſtand der Tiere ziemlich dasſelbe iſt (vergl. S. 96). Daß namentlich die Southdown-Hammel ſich leichter und raſcher mäſten als die Merino-Hammel, auch die Rambouillet-Negretti beſſer als die reinen Negretti's wurde durch direkte Verſuche in Weende, Dresden und Proskau beſtätigt.

In einem Alter von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Jahren laſſen ſich die Hammel am raſcheſten mäſten. Zwar nehmen dieſelben in ihrem erſten Lebensjahr, wie alle jungen, im raſchen Wachstum begriffenen Tiere, bei kräftigem Futter und auf gleiches Nährſtoffquantum bezogen, um ebenſo viel und noch mehr an Körpergewicht zu, als die etwas älteren Tiere; aber ſie eignen ſich nicht ſo gut für die Schlachtbank, die ganze Körpermaſſe bleibt wäſſeriger, das Schlachtgewicht und namentlich die Menge des Fettes fällt geringer aus. Nur wenn man die Lämmer ganz jung 8 bis 9 Monate lang, wie es in einigen Verſuchen in Hohenheim geſchah, ungewöhnlich intenſiv füttert, läßt ſich mit großen Koſten derſelbe Mäſtungszuſtand erreichen, welcher in weit kürzerer Zeit, ſchon in kaum 3 Monaten bei den älteren Tieren herbeigeführt wird. Bei Tieren von mittlerem Alter iſt der Maſterfolg nach Quantität und namentlich Qualität des Produktes am günſtigſten; wenn die Hammel ſchon völlig ausgewachſen, vielleicht über 4 Jahre alt zur Maſt aufgeſtellt werden, dann ſetzt ſich in ihrem Körper an Nieren und Eingeweiden freilich leicht eine große Maſſe von Talg an, aber das Fleiſch

hat nicht die schmackhafte Beschaffenheit, wie von etwas jüngeren gemästeten Tieren. Bemerkenswert ist ferner die in Hohenheim durch genaue Bestimmungen des Lebendgewichtes und der Schlachtresultate von O. Kellner ermittelte Thatsache, daß Tiere, welche durch ein geeignetes Futter in einen bereits gut gemästeten Zustand übergeführt sind, in diesem Zustand auch dann längere Zeit verbleiben, wenn sie nur ein mäßiges Erhaltungsfutter aufnehmen. So konnte man z. B. 12 gut gemästete, $1^1/_2$ Jahre alte Hammel und ebenso 12 Stück gemästete 2 bis 4jährige Geltschafe 2 bis $2^1/_2$ Monate lang auf gleichem Lebend- und Schlachtgewicht, sowie auf unveränderter Fett- oder Talgmenge erhalten, wenn diese Tiere ausschließlich mit 1,25 bis 1,5 kg Wiesenheu mittlerer Qualität pro Kopf und Tag gefüttert wurden. Einige Mastochsen verhielten sich ähnlich. Es erklärt sich diese Erscheinung dadurch, daß bei der Mast von volljährigen Tieren ausschließlich oder doch ganz vorherrschend Fett produziert wird, welches, einmal abgelagert, keiner weiteren Ernährung bedarf und selbst eiweißsparend wirkt; nur müssen die Tiere alsdann in völliger Stallruhe sich befinden und vor jeder lebhaften Bewegung geschützt sein.

Die Mastschafe nehmen gewöhnlich nach der Schur schneller an Lebendgewicht zu, als unmittelbar vor der Schur. Auch beobachtete Stohmann in Braunschweig, daß, während vor der Schur das stickstoffreichere Futter eine entschieden günstigere Wirkung äußerte, als das stickstoffärmere, nach der Schur die Differenzen der beiderlei Fütterungsweise bezüglich der Zunahme des Lebendgewichtes fast ausgeglichen und nur in den Schlachtresultaten schließlich noch zu erkennen waren. Die raschere Gewichtszunahme nach der Schur ist zunächst einfach bedingt durch den alsdann fast immer gesteigerten Appetit der Tiere, also durch den täglichen Mehrverzehr bei gleichbleibender Qualität des Futters. Aber auch bei fast gleichem Futterkonsum war wenigstens bei einem Versuche von Henneberg in Weende die Gewichtszunahme nach der Schur eine größere als vor derselben. Da in diesem Versuch nach der Schur in bemerkenswerter Weise ein verminderter Verbrauch an Tränkwasser sich ergab, so kann hierdurch eine bessere Ausnutzung des Futters, ein erhöhter Ansatz von Körpermasse bedingt gewesen sein (vergl. S. 35 und 53). Auch in Proskau fand Weiske unter ähnlichen Verhältnissen eine verminderte Wasseraufnahme, dagegen war der Ansatz im Körper anscheinend nicht gesteigert; es wurde vielmehr nach dem Scheeren der Tiere ein um über 5 % vermehrter Stickstoffumsatz und dem entsprechend ein beträchtlich verminderter Fleischansatz beobachtet, was freilich einen etwa gesteigerten Fettansatz nicht ausschließt, aber doch weniger wahrscheinlich erscheinen läßt. Die Verdauung des Futters war vor und nach der Schur völlig gleich, so

daß wohl nur die erhöhte Freßluſt der Tiere nach der Schur für die Geſtaltung eines vorteilhafteren Maſtreſultates in Betracht kommen kann.

In den für Maſtſchweine aufgeſtellten Fütterungsnormen laſſe ich das Nährſtoffverhältnis mit dem Fortſchreiten des Mäſtungszuſtandes der Tiere nach und nach ſich erweitern. Die etwas weiteren Nährſtoffverhältniſſe haben ſich für die Mäſtung der Schweine überhaupt und namentlich gegen Ende der Mäſtungszeit bewährt, indem dabei der Speck eine feſtere Beſchaffenheit und beſſere Qualität annimmt und die Tiere auch nicht ſo leicht Krankheiten ausgeſetzt zu ſein ſcheinen, als wenn man ſehr ſtickſtoffreich füttert.

Wenn die Schweine im mageren, aber ziemlich ausgewachſenen Zuſtand zur Maſt aufgeſtellt werden, ſo verzehren ſie in der erſten Zeit eine überaus große Maſſe von Futter, auf 1000 kg Lebendgewicht täglich bis über 40 kg an Trockenſubſtanz, und ſie nehmen dem entſprechend raſch zu an Körpergewicht; mit dem Übergang aber in den fetten Zuſtand vermindert ſich der Konſum immer mehr und ſchließlich iſt derſelbe kaum ein ſo großer, wie bei den Maſttieren aus der Klaſſe der Wiederkäuer. Dieſe Erſcheinung iſt noch auffallender, wenn man die Schweine, wie es meiſtens geſchieht, von ihrer erſten Jugend an, ſobald ſie von der Muttermilch entwöhnt ſind, fortwährend bei voller Maſtfütterung erhält, und damit im erſten Lebensjahr derſelben ein Lebendgewicht von vielleicht 150 kg pro Kopf oder noch mehr erzielt. Alsdann kann man, wenn das Futter ein durchaus geeignetes iſt und die Tiere hinreichend maſtfähigen Raſſen angehören, mit durchſchnittlich 400 kg Trockenſubſtanz im Futter 100 kg Zunahme des Körpergewichts produzieren, in den erſten Monaten mit 3 bis 400, in den ſpäteren mit 4 bis 500 kg, wie dies in Weidlitz, Kuſchen, Pommritz, Hohenheim und anderswo ausgeführte Verſuche gezeigt haben. Ältere Tiere dagegen, die eigentlichen Speckſchweine, ſcheinen zu einer gleichen Produktion entſprechend mehr Trockenſubſtanz im Futter zu bedürfen.

Bezüglich der im Anhang mitgeteilten Fütterungsnormen, welche aus den Reſultaten direkter Verſuche abgeleitet worden ſind, iſt zu erwähnen, daß die darin angedeutete ziemlich ſtickſtoffreiche Fütterung in den erſten Lebensmonaten, wenn auch an ſich die raſcheſte Gewichtszunahme bewirkt, doch inſofern etwas bedenklich erſcheint, als dadurch ein Überfreſſen der Tiere und allerlei Krankheitszuſtände, namentlich Lähmungserſcheinungen leichter herbeigeführt werden, als wenn das Futter ein ſtickſtoffärmeres iſt. Der größeren Sicherheit wegen möchte es daher manchmal rätlich ſein, die angegebenen Mengen von Eiweiß im Futter etwas zu vermindern und gleich anfangs ein Nährſtoffverhältnis von 1 : 4,5 oder 1 : 5 einzuhalten, dieſes aber vom 6. Lebens-

monat an nach und nach bis auf schließlich 1 : 6,5 zu erweitern. Bei ziemlich ausgewachsenen Schweinen oder gegen Ende der Mast kann das Nährstoffverhältnis im Futter, wenn dieses nur hinreichend leichtverdaulich und schmackhaft ist, ein noch weiteres sein, nämlich 1 : 8 und selbst 1 : 10, und damit noch eine gute Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere erzielt werden, wie Versuche in Hohenheim mit Beigabe von reinem Stärkemehl zu Gerstenschrot beweisen und ebenso neuere Versuche in Göttingen von Henneberg und F. Lehmann mit Beigabe von Rohzucker zu einem an sich schon guten Mastfutter (s. u.).

Zur Erhaltung einer guten Gesundheit der Tiere trägt wesentlich bei, wenn man dem Futter täglich eine kleine Menge von geschlämmter Kreide (8 bis 10 g pro Kopf) oder auch nur von ausgelaugter Holzasche hinzufügt. Ein derartiger Zusatz sollte bei jungen Mastschweinen im ersten Lebensjahr niemals unterlassen werden, da das Futter ganz gewöhnlich zwar reich ist an Phosphorsäure, aber verhältnismäßig wenig Kalk enthält. Auch ein Zusatz von Kochsalz, 6 bis 10 g pro Tag und Stück, darf nicht fehlen.

Man kann bekanntlich mit sehr verschiedenen Futtermitteln die für den jedesmaligen Fütterungszweck als richtig erkannten Nährstoffmengen und Nährstoffverhältnisse herstellen. Die passendste und vorteilhafteste Auswahl hierbei zu treffen, ist zunächst Sache der praktischen Erfahrung. Bezüglich der Mastschweine will ich nur daran erinnern, daß besonders Gerstenschrot, Maisschrot und Erbsenschrot, letzteres auch im Gemenge mit gedämpften Kartoffeln als sehr wirksam sich bewährt hat, während Haferschrot und Kleien bei reichlicher Verfütterung von weit geringerem Erfolg gewesen sind. Jedoch kann man ein an sich weniger zusagendes Futter für die Schweine gedeihlicher machen durch mäßigen Zusatz von Schlickermilch und selbst von Molken. Die Molkerei-Abfälle verdienen überhaupt zur Verbesserung von Futtermischungen für die Mastschweine große Beachtung; auch das so leicht verdauliche Fleischmehl (vergl. S. 140) ist namentlich als Beigabe zu einem sonst stickstoffarmen Futter zu empfehlen. Ähnlich günstig wie die Molken (Milchzucker) scheint der Rohzucker aus den Rübenzuckerfabriken zu wirken und es könnte vielleicht von nationalökonomischer Bedeutung sein, wenn dieser Zucker für landwirtschaftliche Zwecke, zunächst für die Verwendung als Futter der Mastschweine von der Steuer befreit und somit beträchtlich billiger in den Handel geliefert würde. In den auf der Versuchsstation Göttingen und zugleich nach einem bestimmten Plane von einer Anzahl hannöverscher Landwirte ausgeführten Versuchen wurde bei Schweinen durchschnittlich mit 3 kg Zucker (drittes Produkt) 1 kg Lebendgewicht produziert, wenn zu dem bisher verabreichten bewährten Mastfutter noch soviel an Zucker hinzugesetzt wurde, als die Tiere

ohne größere Rückstände zu lassen oder Verdauungsstörungen zu zeigen, verzehren wollten, nämlich bei älteren Tieren 0,5 bis 0,75 und in einzelnen Fällen sogar 1,4 kg pro Kopf und Tag. Hiermit erreicht man, daß eine bedeutend größere Menge von Gesamtnährstoff pro Tag aufgenommen und damit die Mast beschleunigt, also auch die Zunahme des Lebendgewichtes mit einer bedeutend geringeren Menge von sonstigem Futter bewirkt wird. Bei den Schweinen wirkt der Zucker gleichsam apetiterregend; sie nehmen ihn gerne auf und vertragen ihn auf die Dauer auch recht gut, während nach Märcker's Beobachtungen dies bei Kälbern nicht der Fall ist und auch bei Hammeln der Erfolg einer Beigabe von Zucker zum Mastfutter sehr gering und wenig ermutigend war, um damit weitere Versuche anzustellen.

Bemerkungen zu den im Anhang mitgeteilten Tabellen.

I. Tabelle über Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Futtermittel.

In dieser Tabelle handelt es sich ausschließlich um Mittelzahlen, welche keineswegs als durchaus feststehend und unter allen Umständen anwendbar betrachtet werden dürfen; sie sind jedoch unentbehrlich, zunächst für allgemeine und vergleichende Berechnungen, wie sie in der Landwirtschaftslehre so häufig vorkommen, um über die durchschnittlichen Betriebsverhältnisse größerer Komplexe, von ganzen Gütern oder Landschaften einen klaren Überblick zu gewinnen. Man bedarf hierzu einer festen oder doch nur allmählich mit den Fortschritten der Wissenschaft sich ändernden und zu berichtigenden Grundlage, über welche man sich einigen muß, damit man nicht wiederum zu jener Unsicherheit und Verwirrung zurückkehrt, welche in früheren Zeiten herrschte, als noch jeder landwirtschaftliche Schriftsteller für Futter und Fütterung nach Gutdünken oder einseitiger Erfahrung seine besonderen Wertverhältnisse annahm und als Basis für die betreffenden Berechnungen benutzte. Die Mittelzahlen sind ferner wichtig, wie bereits mehrfach (S. 154 u. 162) angedeutet worden ist, weil sie ein rasches und oft genügendes Urteil über die verschiedenen Futtermittel gewähren, die richtigeren Ernährungsverhältnisse klar erkennen lassen, und auch in allen speziellen Fällen als Anhalt und als Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen und Erwägungen dienen können. Im einzelnen bemerke ich zu der vorliegenden Tabelle folgendes:

1. Bei Wiesenheu und Klee, auch bei dem Stroh und einigen anderen häufig vorkommenden Rauh- und Grünfutterarten habe ich, nach der größeren oder geringeren Güte, verschiedene Sorten in der Tabelle aufgeführt. Die mittlere Zusammensetzung der einzelnen Sorten ist nach den direkten Ergebnissen der Analysen berechnet worden;

die Zahlen können wenigstens vorläufig als „Qualitätsmittelzahlen“ gelten, und in der Praxis wird man leicht erkennen, welcher Sorte das gerade vorhandene und zur Verfügung stehende Futter angehört. Um einen Anhalt zu gewinnen bei der praktischen Beurteilung der einzelnen Futtermittel, — ob man es in dem speziellen Falle mit der einen oder andern Qualität zu thun und ob man Ursache hat bei einer Futtermischung, die auf Grund von Mittelzahlen berechnet worden ist, nach einer bestimmten Richtung hin eine geeignete Änderung vorzunehmen, — zu diesem Zweck mag hier auf allerlei äußere Verhältnisse hingewiesen werden, welche vielfach auf die Zusammensetzung der Futterarten modifizierend einwirken und großenteils auch schon bei der Charakteristik der einzelnen Futtermittel, hauptsächlich der Rauhfutterarten Erwähnung gefunden haben.

a) Ganz besonders hat die Vegetationsperiode einen bedingenden Einfluß auf die Zusammensetzung der lufttrocknen oder ganz wasserfreien Substanz einer Futterpflanze; in der ersten Jugend ist darin prozentig immer weit mehr Stickstoff (Rohprotein) und weniger Rohfaser enthalten als in einem vorgerückten Stadium des Wachstums. Wenn man absieht von der ganz jungen, kaum handhohen Pflanze (zartes Weidefutter), so sind die Veränderungen bis zum Beginn der Blüte weniger rasch und bedeutend als zur Zeit der vollen Blüte und bald nach derselben. Dies gilt vorzugsweise von den kleeartigen Gewächsen, während bei den Gräsern die Übergänge nicht so plötzlich erfolgen, die Verholzung mehr allmählich und gleichförmig stattfindet, auch die Differenzen nach ihrer absoluten Höhe nicht so beträchtlich sind.

b) In den Blättern, zunächst der sogenannten Blattpflanzen, findet man in gleicher Vegetationsperiode und bei gleichem Wassergehalt meistens mehr, oft doppelt und dreimal so viel Rohprotein, als in den Stengeln, während die Rohfaser ein umgekehrtes Verhalten zeigt und die Menge der stickstofffreien Extraktstoffe nicht so bedeutend differiert. Je mehr daher die äußeren Verhältnisse die Entwicklung der Blätter und zarten Triebe begünstigt oder auch die Zerstörung und das Abfallen derselben verhindert haben, desto wertvoller ist im allgemeinen das betreffende Futter.

c) Ein wesentliches Moment für die Güte des Futters ist die Beschaffenheit des Bodens, weil Kraft und Reichtum des letzteren auch mit einem mehr oder weniger üppigen Wachstum der Pflanzen, mit der Entwicklung von Schossen, Trieben und Blättern in einem direkten Zusammenhange stehen. Ein leichter Sandboden liefert gewöhnlich in Körnern, Wurzeln, Rauh- und Grünfutterarten weniger stickstoffreiche Produkte, als ein schwerer Thonboden, wenn auch die letztgenannten Futterarten von leichteren Böden oft durch größeres Aroma oder er-

höhte Schmackhaftigkeit sich auszeichnen. Ein nasser, saurer und mooriger Boden wirkt in dieser Hinsicht besonders nachteilig. Nach der Lage und natürlichen Beschaffenheit des Wiesenbodens richtet sich vorzugsweise der Charakter der ganzen Vegetation mit Bezug auf die Entwicklung der einzelnen, als Futter erfahrungsmäßig guten oder schlechten Pflanzenarten.

d) Daß die Art und Stärke der Düngung, sowie Klima und Jahreswitterung ebenfalls inbetracht kommen, bedarf kaum der Erwähnung; deren Einfluß ist schon oft genug durch vergleichende chemische Analysen nachgewiesen worden. Die Wirkung einer kräftigen, stickstoff- und phosphorsäurereichen Düngung ist manchmal so gewaltig, daß dadurch der Einfluß einer wechselnden Bodenbeschaffenheit völlig ausgeglichen werden kann und manchmal sogar entgegengesetzte Erscheinungen auftreten, wie z. B. nicht selten bei Wurzelgewächsen beobachtet worden ist. In gleich hohem Grade ist die wechselnde Jahreswitterung maßgebend für die Qualität wie für die Quantität der Ernten; eine warme und dabei hinreichend feuchte, also überhaupt fruchtbare Witterung liefert oft ähnliche Resultate wie Reichtum des Bodens oder kräftige Düngung unter weniger günstigen Witterungsverhältnissen.

e) Bekanntlich ist die Witterung bei der Heuernte durchaus bedingend für die Qualität des Futters; wenn dieses mehrfach und stark beregnet und also durchnäßt wird, so verliert es wesentlich nicht allein an Schmackhaftigkeit, sondern auch an Nährkraft, das Grummet noch mehr als das Heu und das Heu von kleeartigen Pflanzen meist in höherem Grade als das Wiesenheu. Ein derartiges Kleeheu ist oft relativ reich an Rohprotein und zugleich an Rohfaser, dagegen arm an stickstofffreien Extraktstoffen, weil die letzteren Stoffe durch Auswaschen oder Zersetzung verhältnismäßig leichter verloren gehen als die ersteren. Das Futter ist um so schlechter und manchmal sogar schädlich, wenn es infolge der nassen Witterung verschlämmt wird und mit Schimmelpilzen sich überzieht.

f) Noch viele andere Ursachen können beträchtliche Schwankungen in der Zusammensetzung einer und derselben Futterart bewirken, z. B. sonnige oder schattige Lage von Feld und Wiese, dichter und weiter Stand der Pflanzen, überhaupt die ganze Kulturmethode, auch die Varietät, namentlich bei den Wurzelgewächsen, ferner die Art und Weise der Ernte, sowie die Methode und die Dauer der Aufbewahrung (Dürrheu, Braunheu, Brennheu, Sauerheu, Süßfutter, Einwintern der Runkelblätter, Einkuhlen der Preßlinge oder Rübenschnitzel ꝛc.) Man kann bei Futterberechnungen unmöglich alle diese einzelnen Momente in bestimmten Zahlenverhältnissen fixieren; man wird sich meistens

begnügen müssen, im speziellen Falle die Richtung zu erkennen, in welcher die einem bestimmten Zweck dienende Futtermischung vielleicht zu verändern ist, um damit einen möglichst lohnenden Erfolg zu erzielen. Übrigens hat man seit einigen Jahren immer mehr die Notwendigkeit erkannt, weitere Futteranalysen auszuführen mit ganz bestimmter Rücksichtnahme auf die jedesmalige Beschaffenheit des untersuchten Materials. Auch sind derartige umfassende Untersuchungen bereits an mehreren Orten, ganz besonders auf der Versuchsstation zu Halle unter Märcker's Leitung in Angriff genommen und teilweise beendigt worden, so daß es nach vollständiger Veröffentlichung der betreffenden Analysen möglich sein wird, für gewisse Futtermittel verschiedene, mehr zuverlässige „Qualitätsmittelzahlen" zu berechnen, sowie die Grenzen ihrer Schwankungen deutlicher zu erkennen. Hierzu wird auch die gegenwärtig im Druck befindliche systematische Zusammenstellung aller wichtigeren, bisher ausgeführten Futteranalysen von Th. Dietrich und J. König wesentlich beitragen.

2. In der Tabelle habe ich ferner den mittleren Gehalt der Futtermittel an *verdaulichem* Eiweiß, Kohlehydrat und Fett, also an *wirklichen Nährstoffen* angegeben. Allerdings war es nicht möglich, diesen Gehalt bei allen Futterarten aus den Ergebnissen direkter Fütterungsversuche zu entnehmen; jedoch sind die letzteren bezüglich wichtiger Repräsentanten der einzelnen Gruppen von Futtermitteln bereits in so großer Anzahl vorhanden, daß sie für die weiteren Berechnungen genügende Anhaltpunkte zu gewähren scheinen. Die von mir berechneten Zahlen können selbstverständlich nur annähernd richtig sein und werden in Zukunft, ebenso wie die Angaben über die mittlere Zusammensetzung der einzelnen Futtermittel, noch vielfacher Abänderung bedürfen. Es mußte aber im Jahr 1874, als die erste Auflage dieses Buches erschien, mit derartigen Zahlen und einer darauf beruhenden, konsequent durchgeführten Rechnungsweise der Anfang gemacht werden, da es nur auf diese Art gelingt, für jedermann ein klares Verständnis der allgemeinen Gesetze der tierischen Ernährung anzubahnen und so auch für die rationelle Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere eine immer bessere Grundlage zu gewinnen. Bei der Berechnung der Verdauungszahlen, wie sie in meiner Tabelle für die einzelnen Futtermittel aufgeführt sind, habe ich, unter sorgfältiger Vergleichung der bis jetzt *vorliegenden* direkten Versuchsergebnisse, ganz dieselben Erwägungen vorausgehen lassen, wie der intelligente Landwirt sie anstellen muß, wenn er über die Verdaulichkeitsverhältnisse eines bestimmten Futtermittels von bekannter Zusammensetzung ein annähernd richtiges Urteil zu gewinnen wünscht. In allen Fällen daher, in welchen man für ein einzelnes Futtermittel oder für eine gewisse Qualität desselben ziemlich

die gleiche Zusammensetzung annehmen kann, wie sie in der Tabelle angedeutet ist, wird auch der Nährstoffgehalt mit den Angaben daselbst übereinstimmen. Handelt es sich dagegen um eine Futtersorte von wesentlich anderer Beschaffenheit, so müssen auch die Verdaulichkeitsverhältnisse entsprechende Veränderungen erleiden und um alsdann hierüber sich zu orientieren, dazu kann die Tabelle II den nötigen Anhalt gewähren.

3. Das Nährstoffverhältnis bezieht sich auf die verdaulichen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Futterbestandteile, also auf die organischen Nährstoffe, und es ist dabei die verdauliche Fettsubstanz mit ihrem Stärkemehläquivalent (Faktor = 2,44) den Kohlehydraten zugerechnet worden. Vorläufig habe ich hierbei den Gehalt der Futtermittel an „Amidstoffen", überhaupt an Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur, unberücksichtigt gelassen; es ist das darauf Bezügliche in einer besonderen Tabelle (Nr. III) zusammengestellt und hier nur zu erwähnen, daß diese Körper leicht verdaut werden und daher von der bisher als verdauliches Eiweiß bezeichneten Substanz in geeigneter Weise in Abzug zu bringen sind.

4. Bei der Berechnung des relativen Geldwertes der Futtermittel habe ich wiederum nur die verdaulichen Stoffe berücksichtigt und dabei das Rohprotein (Eiweiß) mit 33, das Fett mit 22 und die Kohlehydrate mit 11 Pfennigen pro Kilo in Rechnung gebracht (also Wertverhältnis der 3 Nährstoffgruppen = 3 : 2 : 1). Es sind diese Geldwerte an die Stelle der früher angenommenen = 40 : 40 : 8 Pfennige pro Kilo (Wertverhältnis = 5 : 5 : 1) gesetzt worden, weil auf solche Weise die durch Rechnung gefundenen Geldwerte mit den wirklichen Marktpreisen der einzelnen Futterarten im Durchschnitt der letzten Jahre besser übereinstimmen, als auf Grund der früheren Zahlen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß überhaupt die berechneten Preise den Wert der Rauh- und Grünfutterarten mit Bezug auf deren Nähreffekt, namentlich in den weniger guten Sorten (Stroh, Spreu ꝛc.) zu hoch, vielleicht durchschnittlich um ein Drittel zu hoch erscheinen lassen. Dies ist dadurch bedingt, daß im Rauh- und Grünfutter der verdaute Anteil des Rohproteïns nicht ausschließlich Eiweiß ist, sondern oft beträchtliche Mengen von Amidstoffen oder überhaupt Nichteiweiß (s. Tab. III) beigemischt enthält, ferner dadurch, daß bei dem verdauten Fett (Ätherextrakt) auch wachsartige und andere dem Fett nicht gleichwertige Stoffe vorkommen, und besonders dadurch, daß unter den verdauten Kohlehydraten die Rohfaser oder Cellulose immer weit mehr vertreten ist, als in den Kraftfuttermitteln. Bei den letzteren Futterarten wiederum stimmt der berechnete Geldwert nicht immer überein mit dem durchschnittlichen Marktpreis, weil dieser nicht allein von dem absoluten, auf

chemiſchem Wege ermittelten Nährſtoffgehalt abhängt, ſondern vielfach auch durch andere Umſtände beeinflußt wird, je nachdem die Nachfrage dadurch ſich erhöht oder vermindert. Der Marktpreis iſt verhältnismäßig hoch, wenn das betreffende Futtermittel zugleich und vielleicht vorzugsweiſe, ſei es direkt oder nach entſprechender Vorbereitung als menſchliche Nahrung dient (Weizen, Roggen, Reis, oft auch Erbſen und Kartoffeln), ebenſo bei Verarbeitung in techniſchen Gewerben (Gerſte, Zuckerrüben, Ölſämereien ꝛc.) oder bei beſonders vorteilhafter Benutzung für gewiſſe Fütterungszwecke (Hafer, Leinkuchen), während der Marktpreis gegenüber dem Nährſtoffgehalt und dem danach berechneten Geldwert ſich bedeutend niedriger geſtaltet, wenn das Futtermittel den Tieren wenig ſchmackhaft iſt oder erfahrungsgemäß leicht eine nachteilige Wirkung eintritt (Lupinen, Mohnkuchen, Bucheckernkuchen). Bei Kartoffeln ferner und namentlich bei den Rüben (auch bei Melaſſe und Kartoffelſchlempe) iſt der Nähreffekt durch den großen Gehalt an Amidſtoffen vermindert oder dadurch, daß infolge reichlicher Verfütterung anſcheinend eine Verdauungsdepreſſion bezüglich des übrigen Futters ſtattfindet.

In der Kontrolle des Futterhandels, wie ſie von ſeiten der landwirtſchaftlichen Verſuchsſtationen ausgeübt wird, berechnet man, wie zuerſt Emmerling vorgeſchlagen hat, den bei der Analyſe, gegenüber der geleiſteten Garantie etwa gefundenen Mindergehalt und ſomit auch den Minderwert des Futtermittels oder die Entſchädigung in Geld, welche der Käufer zu beanſpruchen hat, nach Futterwerteinheiten, wobei man bis jetzt noch ziemlich allgemein das Wertverhältnis der „Rohnährſtoffe“, nämlich von Rohprotein, Rohfett und ſtickſtofffreien Extraktſtoffen = 5 : 5 : 1 zu Grunde legt. Es koſten z. B. 100 kg Rapskuchen mit einem garantierten Gehalt von 31 % Rohprotein, 10 % Rohfett und 28 % ſtickſtofffreien Extraktſtoffen 12 M; man hat dann $31 \times 5 + 10 \times 5 + 28 \times 1 = 233$ Futterwerteinheiten für 12 M, alſo koſtet jede Futterwerteinheit 5,1 und 1 kg Rohprotein oder Rohfett $5{,}1 \times 5 = 25{,}5$ Pfennige, wonach alſo ein gefundener Mindergehalt in Geldwert ſich leicht berechnen läßt.

Die eigentlich phyſiologiſche Bedeutung der Nährſtoffe kommt bei der Geldwertrechnung zunächſt nicht in Betracht, ſondern nur die Frage, wo und in welcher Form die eine oder die andere Nährſtoffgruppe am billigſten zu haben iſt, wenn dieſelbe für die Fütterung überhaupt oder für einen beſonderen Zweck derſelben durch Ankauf herbeigeſchafft werden muß. Im Fall z. B. der Landwirt Veranlaſſung hat, die für ihn in der Wirtſchaft disponible Menge von verdaulichem Futterfett durch Ankauf zu vermehren, ſo wird er ſich nach den Marktpreiſen von beſonders fettreichen Futtermitteln erkundigen und auf die Weiſe, daß

er von dem geforderten Preis zunächst den Wert des vorhandenen verdaulichen Rohproteïns und der Kohlehydrate nach der aufgestellten Taxe in Abzug bringt, sich leicht darüber orientieren, wo und in welcher Form das Fett am relativ billigsten zu haben ist. Ganz ähnlich verfährt man, wenn es sich vorzugsweise um verdauliche Eiweißsubstanz ꝛc. handelt.

Man hat häufig darauf hingewiesen, daß den käuflichen Futtermitteln auch ein gewisser Düngerwert zukomme und daß dieser bei der Feststellung des gesamten Gebrauchswertes der ersteren zu berücksichtigen sei. In den konzentrierten Handelsdüngern kann man den durchschnittlichen Geldwert von 1 kg Stickstoff zu 1,30 M, von 1 kg Phosphorsäure zu 0,50 M und von 1 kg Kali zu 0,30 M annehmen. Da aber bei dem Verbrauch der Futtermittel im Ernährungsprozeß und ebenso bei der Ansammlung des unter ihrem Einfluß produzierten Stallmistes immer ein größerer oder geringerer Verlust stattfindet, so hat man vorgeschlagen, den Düngerwert von Stickstoff um die Hälfte, von Phosphorsäure und Kali um ein Drittel zu vermindern, so daß 1 kg der betreffenden Stoffe zu beziehungsweise 0,65 M, zu 0,33 und 0,20 M anzusetzen wäre. Wenn daher z. B. in den Rapskuchen 5,05 % Stickstoff, 2 % Phosphorsäure und 1,3 % Kali enthalten sind,*) so würde der Düngerwert in 100 kg dieses Futtermittels auf 4,20 M sich berechnen und der Futterwert in Geld pro 100 kg nur auf 12 — 4,20 = 7,80 M zu stehen kommen.

Hierbei ist jedoch zu beachten, daß Futterwert und Düngerwert auf ganz verschiedenen Grundlagen beruhen und daß bei der Beurteilung des Gebrauchswertes eines Futtermittels in erster Linie und zunächst ausschließlich der Futterwert in Betracht kommt. Es ist durchaus bedingt durch die jedesmaligen Verhältnisse, welche allerdings in Erwägung gezogen werden müssen, ob außerdem irgend eine Düngwirkung in Geld sich berechnen läßt. Eine allgemeine, auch nur annähernd zutreffende Norm für eine solche Berechnung zu geben, ist nicht wohl möglich. Die in meiner Tabelle über den Nährstoffgehalt der Futtermittel angegebenen Geldpreise pro 50 kg beziehen sich ausschließlich auf den Futterwert und sind nach der oben angegebenen Methode berechnet.

II. Tabelle über die Verdaulichkeitsverhältnisse der Futtermittel.

In dieser Tabelle sind die Resultate von direkten Fütterungsversuchen zusammengestellt, soweit es sich dabei um die Verdaulichkeit der einzelnen Futtermittel handelt. Im ganzen konnte ich die Ergebnisse

*) S. die Tabelle über Stickstoffgehalt und Aschenbestandteile von landwirtschaftlichen Produkten in dem Mentzel-Lengerke'schen Landw. Kalender und in meiner „Praktischen Düngerlehre", 10. Aufl. 1886. S. 214 ff.

von etwa 800 Einzelversuchen benutzen, von denen reichlich 500 mit Schafen, die übrigen mit Ochsen, Kühen, Ziegen, Schweinen und Pferden ausgeführt wurden. Die Zahl der auf die Verdaulichkeit geprüften Futtersorten beträgt 275. Die Tabelle liefert die Belege für die Erörterungen, welche in dieser Schrift S. 79 bis 105, sowie bei der Charakteristik der einzelnen Futtermittel angestellt wurden, und das dort Gesagte giebt auch Aufklärung über die Ursachen, durch welche die großen Schwankungen der Verdauungs-Koëffizienten bei einer und derselben Futterart bedingt sind. In dieser Hinsicht ist ebenfalls auf den Einfluß der bei Tabelle 1 angedeuteten äußeren Verhältnisse auf die Beschaffenheit der Futtermittel und deren prozentigen Gehalt an Rohnährstoffen zu verweisen.

Überall habe ich in der Tabelle die Anzahl der Einzelversuche erwähnt, aus deren Ergebnissen die aufgeführten Mittel-, sowie die Minimal- und Maximalzahlen abgeleitet worden sind. Jedoch ist dieses in der Weise geschehen, daß die zu einer und derselben Sorte eines bestimmten Futtermittels gehörenden Einzelversuche zusammengefaßt und erst die Durchschnittsresultate derselben als Grundlage der weiteren Berechnung benutzt werden. Es schien dies geboten zu sein, schon aus dem Grunde, weil es in den vorliegenden Versuchsreihen nirgends darauf ankam, den etwaigen Einfluß der Individualität der Tiere auf die Verdauung zu konstatieren, sondern immer nur die Verdaulichkeitsverhältnisse des Futters selbst ermittelt werden sollten und zu diesem Zwecke gewöhnlich zwei in allen ihren Eigenschaften möglichst gleich sich verhaltende Tiere dienten. Außerdem wissen wir aus direkten vergleichenden Versuchen, daß die prozentige Verdauung, zunächst des Rauh- und Grünfutters ganz vorherrschend durch die natürliche Beschaffenheit seiner Trockensubstanz bedingt ist, wie dieselbe unter gewissen Vegetations-, Witterungs-, Boden- und Düngungsverhältnissen sich gestaltet, während sonstige Umstände (Quantität des täglich verabreichten Futters, grüner oder lufttrockener Zustand, außerdem Art, Rasse und Alter der wiederkäuenden Tiere) darauf nur wenig verändernd einwirken. Die Differenzen, welche bei gleichzeitig und sonst auf gleiche Weise, aber mit verschiedenen Individuen derselben Tiergattung ausgeführten Versuchen sich ergeben haben, sind ganz gewöhnlich auf Verdauungsstörungen zurückzuführen, wie sie allerdings häufig vorkommen und auch bei einzelnen Individuen eine gewisse Konstanz erreichen, aber doch nicht zu einer förmlichen Rasseeigentümlichkeit sich ausbilden. Die oft sehr verschiedene Verwertung des Futters für die Milchproduktion, sowie für den Ansatz von Fleisch und Fett im Tierkörper nach Individualität und Rasse muß freilich unter Umständen bei der Aufstellung und Berechnung des Futteretats berücksichtigt werden, hat aber zunächst mit

der Verdauung des Futters und mit der Gestaltung der Verdauungs-Koëffizienten nichts zu thun.

Die Tabelle giebt zu vielfach interessanten Betrachtungen Anlaß, wenn man die darin übersichtlich zusammengestellten Verdaulichkeitsverhältnisse und deren Schwankungen, unter Beachtung der Anzahl von Einzelversuchen und Futtersorten, mit einander vergleicht, in Bezug auf die verschiedenen Futtermittel, sowie bei einer und derselben Futterart hinsichtlich ihrer Güte, Vegetationsperiode, Zubereitung ꝛc. Man gewinnt dadurch einen Anhalt für die Beurteilung des Futters in allen speziellen Fällen, um so mehr, als überall (s. Abt. B) auch die analytisch ermittelten prozentigen Mengen der Nohnährstoffe in der Trockensubstanz angegeben sind und damit also die aus den Resultaten direkter Fütterungsversuche berechneten Verdauungs-Koëffizienten sich vergleichen lassen.

III. Tabelle über den Gehalt einiger Futtermittel an Stickstoff im Eiweiß und im Nichteiweiß.

Von den Stickstoffverbindungen kommt das Ammoniak als Bestandteil der Futtermittel gar nicht in Betracht und auch die Salpetersäure findet sich hauptsächlich nur in den Rübenarten, allerdings nach starker Düngung, besonders mit Stallmist oder Jauche manchmal in beträchtlicher Menge. Weit wichtiger aber sind die Säureamide und Amidosäuren, überhaupt die organischen Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur. Diese Körper haben schon mehrfach in der vorliegenden Schrift Erwähnung gefunden; ich will hier aber über deren Vorkommen nochmals das Wichtigere mitteilen, um damit bei der Berechnung von Futtermischungen und Fütterungsnormen einigen Anhalt zu geben.

1. Von dem Gesamtstickstoff der Rüben, namentlich der Futterrunkeln ist oft kaum $^1/_3$ in wirklichen Eiweißstoffen enthalten, bei den Kartoffeln nur $^3/_5$, in besonders wässerigen Sorten relativ weniger, als in solchen mit mehr Trockensubstanz. Interessant ist es, daß man bei der Vergärung der Kartoffelmaische eine Zunahme von Eiweißstickstoff beobachtet hat, so daß die Menge desselben in der Kartoffelschlempe bis auf $^3/_4$ des Gesamtstickstoffes ansteigt, worüber indes noch weitere Untersuchungen angestellt werden müssen.

2. In den keimenden Samenkörnern bildet sich durch Zerfall der Eiweißstoffe immer eine große Menge von Amidverbindungen (s. die Malzkeime), und auch in den ganz jungen, grünen Pflanzen ist davon stets, absolut und relativ viel enthalten; mit dem Heranwachsen der Pflanzen nimmt die Menge ab, jedoch weniger rasch bei verhältnismäßig hohem Gehalt an Gesamtstickstoff als bei geringerem.

3. Bei den blattreichen Futterpflanzen, wie Klee, Luzerne ꝛc.

vermindert sich der Gehalt an Amidstickstoff im Verhältnis zum Gesamtstickstoff mit dem Fortschreiten der Vegetation bis zur Blütezeit meistens nicht so rasch und bedeutend, wie bei den Gräsern und dem Wiesenheu.

4. Ungeachtet in dem ganz jungen Gras und Klee (Weidepflanzen) eine oft große Menge von Amidverbindungen vorkommt, ist doch auch der Gehalt an Eiweißstoffen fast immer größer, manchmal doppelt so groß, als zur Zeit der Blüte. Gleiches gilt gewöhnlich, aber nicht so allgemein, von den sehr üppig gegenüber den mager gewachsenen Pflanzen einer und derselben Art. Die unter dem Einfluß von rasch wirkendem Stickstoffdünger (Gülle, Abtrittsjauche 2c.) gewachsenen Futterarten (Grünfutter, Heu und Rüben) sind besonders reich an Amidstoffen.

5. Durch Einsäuern der grünen Pflanzen (vgl. Runkelblätter) wird viel Eiweißsubstanz zerstört, die relative und manchmal auch die absolute Menge von Stickstoff im Nichteiweiß wesentlich erhöht.

6. In dem Stroh der Cerealien scheint unter normalen Verhältnissen wenig oder gar kein Nichteiweiß vorhanden zu sein, jedoch nicht selten eine rasche Bildung desselben stattzufinden, z. B. bei ungünstiger Erntewitterung, feuchter Aufbewahrung 2c. Es kann auf diese Weise das Futterstroh und auch sonstiges Rauhfutter an Nährkraft bedeutend verlieren.

7. Die Körner der Cerealien enthalten ebenfalls nur sehr wenig Nichteiweiß, wenn sie gut ausgereift und gut geerntet sind. Infolge aber von einer anfangenden Keimung, von einem teilweisen Auswachsen auf dem Felde können reichliche Mengen von Zersetzungsprodukten des Eiweißes sich einstellen; in einem Falle z. B. fand man darin bei der Gerste über 20 % des Gesamtstickstoffes.

8. Die Hülsenfrüchte enthalten allerlei organische Stickstoffverbindungen, welche anscheinend weder zu den Amidkörpern, noch zu den eigentlichen Eiweißstoffen gehören. In den Bohnen und Erbsen hat man 10—12 % des Gesamtstickstoffes im Nichteiweiß gefunden, etwas weniger in den völlig reifen Lupinensamen; der diesen letzteren eigentümliche Bitterstoff nimmt davon nur den kleineren Teil in Anspruch.

9. Auch die Kleien und Ölkuchen sind manchmal ziemlich reich an Nichteiweiß, am meisten, wie es scheint, die Rapskuchen und Erdnußkuchen, während die Lein- und Mohnkuchen davon weniger, die Palmkuchen oft gar nichts enthalten. Jedoch läßt sich vorläufig nicht bestimmen, wie viel von den ursprünglichen, normal ausgebildeten Samen herrührt und wie viel möglicherweise erst bei der Verarbeitung der letzteren oder auch infolge mangelhafter Behandlung und Aufbewahrung der Ölkuchen und der Kleien entstanden ist. Man muß immer be-

achten, daß der Zerfall eines größeren oder geringeren Teiles der Eiweißsubstanz bei Gegenwart von Feuchtigkeit, infolge von Selbsterhitzung ꝛc. sehr leicht stattfinden kann.

IV. Fütterungsnormen für die landwirtschaftlichen Nutztiere.

Die Fütterungsnormen oder Futterrationen für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung sind in der Tabelle teils pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht, teils pro Kopf und Tag überall auf verdauliche Futterbestandteile, auf wirkliche Nährstoffe berechnet. Die „Kohlehydrate" bezeichnen die Summe des verdaulichen Anteils der Rohfaser und der stickstofffreien Extraktstoffe; es ist dieselbe bei den meisten Rauhfutterarten ziemlich übereinstimmend mit der Menge der bei direkter Analyse gefundenen stickstofffreien Extraktstoffe, weniger dagegen bei dem zarten Grünfutter und bei den sogenannten Kraft- oder konzentrierten Futtermitteln. Das „Fett" wird mit dem Verdauungs-Koëffizienten des Rohfettes berechnet und kann nur dann als wirkliches und fast reines Fett gelten, wenn es aus Körnerarten oder Körnerabfällen herstammt. Was endlich das „Eiweiß" der Fütterungsnormen betrifft, so hat man darunter die Summe der verdaulichen eigentlichen Eiweißsubstanz und der Amidkörper (Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur) zu verstehen. Es lassen sich die letzteren Stoffe noch nicht ohne weiteres von der Eiweißsubstanz trennen und überall ziffermäßig bestimmen, sowie dem entsprechend die Nährstoffverhältnisse regulieren; wohl aber kann man darauf bei der Beurteilung der einzelnen Futtermischungen oder Futterrationen schon Rücksicht nehmen.

Bei der Berechnung der Nährstoffverhältnisse, welche sich nur auf die verdaulichen Futterbestandteile beziehen, ist wiederum das Fett mit 2,44 multipliziert den Kohlehydraten zugerechnet worden. In den Fütterungsnormen ist auch die Gesamtmenge der organischen Substanz angegeben, welche mit dem zu verabreichenden Futter von den Tieren verzehrt wird; wenn man damit die Summe der wirklichen Nährstoffe vergleicht, so erkennt man annähernd den Gehalt des Gesamtfutters an unverdaulicher Substanz und kann sich ein Urteil bilden über das Futtervolumen, was für manche Verhältnisse von Wert ist. Es ist für diesen Zweck nicht nötig gewesen, die Menge der Rohfaser besonders aufzuführen.

Die Tabelle enthält überall Durchschnittszahlen und diese sind so normiert worden, daß sie im allgemeinen eine reichlich genügende Fütterungsweise andeuten, welche man in der Praxis anstreben soll, ohne daß es nötig wäre, die betreffenden Mengenverhältnisse der Nährstoffe und der gesamten organischen Substanz ängstlich genau einzuhalten. Nach Rasse und selbst nach Individualität der Tiere bei der Mast und

Aufzucht, wie namentlich auch bei der Milchproduktion (Milchergiebigkeit, Laktationsperiode, Hauptzweck der Milchviehhaltung ꝛc.) wird man Abänderungen nach oben oder meistens wohl nach unten vornehmen können, worüber das Nähere jedoch einer sorgfältigen Beurteilung der jedesmaligen Verhältnisse und somit der praktischen Erwägung überlassen bleiben muß.

Bezüglich der verschiedenen Futtermittel ist bei der Berechnung der Futterrationen zunächst folgendes zu beachten:

1. Das Rauhfutter wird mit den durch direkte Versuche, bei ausschließlicher Verfütterung desselben ermittelten Verdauungs-Koëffizienten in Rechnung gebracht.

2. Auch für die Bestandteile der konzentrierten Futtermittel gelten die aus direkten Versuchen abgeleiteten Verdauungs-Koëffizienten.

3. Kartoffeln und Rüben werden als absolut verdaulich betrachtet, ebenso die Kartoffelschlempe, nicht aber die bei Bearbeitung der Zuckerrüben erhaltenen Abfälle und Rückstände. Übrigens sind auch die für Futtermittel aus direkten Fütterungsversuchen abgeleiteten Verdauungs-Koëffizienten in der Tabelle II angegeben.

4. Wenn die Trockensubstanz der Kartoffeln und Rüben nur bis zu 12 % von der Trockensubstanz des übrigen Futters (Rauhfutter und etwa verabreichte Kraftfuttermittel zusammengenommen) ausmacht, so sind die nach 1 bis 3 gefundenen Zahlen ohne Abzug gültig; ein solcher muß jedoch in der S. 103 angedeuteten Weise vorgenommen werden, und zwar zunächst und hauptsächlich bei der verdaulichen Eiweißsubstanz, wenn der Anteil der Wurzelgewächse am Gesamtfutter ein noch größerer ist. Bei der Kartoffelschlempe kann jedoch ein derartiger Abzug außer demjenigen, welcher durch die darin enthaltenen Amidverbindungen bedingt ist, im Hinblick auf die anscheinend für die Verdauung des Rauhfutters günstige Wirkung derselben, wenigstens vorläufig unterbleiben.

Die neuesten Forschungen im Gebiete der tierischen Ernährung haben bewiesen, daß man den Nährstoffgehalt der Futtermittel nicht auf so einfache Weise, wie es bisher geschehen ist, nämlich aus der Differenz der Bestandteile von Futter und Kot genau berechnen kann. Wenn man dabei auch absehen will von dem Gehalt des Kotes an allerlei Endprodukten des tierischen Stoffwechsels, weil diese ebenso wie anderweitig ausgeschiedene Stoffe dem Körper durch das entsprechende Futter wieder ersetzt werden müssen, so sind doch bei Feststellung des Nährstoffbedarfs der Tiere noch andere Schwierigkeiten zu überwinden. Hinsichtlich der Amide weiß man noch nicht recht, wie man dieselben in Rechnung bringen soll, ob sie im tierischen Organismus mehr dem eigentlichen Eiweiß oder mehr den Kohlehydraten ähnlich sich verhalten

und ob sie auch an der Neubildung von Fett einen direkten Anteil nehmen oder nicht. Ferner hat man gefunden, daß im Verdauungskanal der pflanzenfressenden Tiere zunächst der Wiederkäuer und Pferde, ein beträchtlicher Teil (etwa 40 %) der verdauten Rohfaser (Cellulose) durch eine Art Gärung, unter reichlicher Entwickelung von Sumpfgas für den eigentlichen Ernährungsprozeß verloren geht, und ebenso ist es zweifelhaft, ob die gleichzeitig entstehenden organischen Zersetzungsprodukte (Essigsäure, Buttersäure 2c.) den gleichen Nährwert besitzen, wie die sonstigen aus dem Futter verdauten Kohlehydrate, also Stärkemehl, Zucker 2c. (s. S. 80). Im Futter der Pferde, zunächst für die Kraftproduktion im Körper dieser Tiere, ist die verdaute Rohfaser, den vorliegenden Versuchen zufolge, anscheinend ganz wertlos (s. S. 170). Endlich kann auch das verdaute Eiweiß schon im Verdauungskanal durch Fäulnis eine teilweise Zerstörung erleiden, und zwar, wie man aus den Versuchsresultaten berechnet hat, bis zum Betrage von etwa 10 % (s. S. 84), was freilich erst noch weiter bestätigt werden muß.

Obgleich also eine genaue Berechnung des Nährstoffbedarfs der Tiere oder von Fütterungsnormen bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht möglich ist, so wäre es doch sehr unrichtig, auf derartige Berechnungen in der Praxis ganz verzichten zu wollen. Wir gewinnen damit immer noch einen guten Anhalt für die Beurteilung des Nährstoffgehaltes und der Nährwirkung der verschiedenen Futtermittel und Futtermischungen, also eine brauchbare Grundlage für die rationelle Fütterung der Tiere. Nur muß man stets im Auge behalten, daß je nach dem Gehalt des Futters an Amidstoffen und auch an Rohfaser die Menge und das Verhältnis der Nährstoffe nach dieser oder jener Richtung vielleicht etwas abzuändern ist, um jedesmal zu dem relativ höchsten Nähreffekt des Futters, also zu der vorteilhaftesten Verwertung desselben zu gelangen.

In der Praxis bei der Herstellung des Futteretats und bei allen speziellen Futterberechnungen hat man zweierlei Methoden, die aber bei richtiger Anwendung beide, was den Erfolg der Fütterung betrifft, zu dem gleichen Resultat führen müssen.

a) Man sucht zunächst über die Beschaffenheit der für die Verfütterung in der Wirtschaft verfügbaren und selbst produzierten Materialien klar zu werden, indem man die betreffenden Boden-, Düngungs-, Witterungs-, Vegetationsverhältnisse, überhaupt alles, was verändernd auf die Futtermittel einwirken kann, in Betracht zieht und sodann unter Benutzung von Tabellen, in welchen nebst den Mittelzahlen auch Maximal- und Minimalzahlen aufgeführt sind, bei jedem Futtermittel die

mutmaßliche Zusammensetzung, die Verdaulichkeit, den etwaigen Gehalt an Amidverbindungen oder Nichteiweiß ꝛc. fixiert. Über die Verdaulichkeitsverhältnisse der wichtigeren Futtermittel giebt die von mir berechnete Tabelle II genügende Auskunft. Die auf diese Weise nach vorausgehender Abwägung aller Verhältnisse als annehmbar erachteten Zahlen dienen als Grundlage für die weiteren Berechnungen.

b) Es wird für die zunächst disponiblen Futterarten mit Hilfe der vorhandenen Mittelzahlen der Gehalt an Rohnährstoffen, sowie namentlich an verdaulicher Substanz berechnet, wobei soweit möglich schon von vornherein die in der Tabelle angegebenen „Qualitätsmittelzahlen" in Anwendung zu bringen sind. Hierauf ergänzt man die Futterrationen durch etwa angekaufte Kraftfuttermittel, für welche man entweder wiederum Mittelzahlen, oder auch die Resultate direkter Analysen benutzt, wie man sie jetzt bei garantiertem Gehalt fast überall leicht und oft kostenfrei sich verschaffen kann. Erst nachdem die Rechnung auf solche Weise vorläufig abgeschlossen ist, erwägt man genauer, ob mit der Anwendung der Qualitätsmittelzahlen den jedesmal vorhandenen Verhältnissen schon zur Genüge Rechnung getragen ist oder ob man die Nährstoffmengen vielleicht nach der einen oder anderen Richtung hin verändern soll, was oft erst nach dem Beginn der Fütterung und im Verlauf derselben als wünschenswert sich herausstellt. Auch wird man dann nachträglich den Gehalt des Futters an Amidverbindungen in Betracht ziehen können.

Es bleibt dem Landwirt überlassen, ob er der einen oder anderen Methode sich bedienen will; ich ziehe die zuletzt angedeutete vor und würde vorkommendenfalls etwa folgendermaßen verfahren.

Auf einem Gute sollen 25 Milchkühe, welche durchschnittlich 450 kg pro Stück wiegen, also im ganzen 11 250 kg Lebendgewicht 7 Monate oder 212 Tage lang durch eine geeignete Winterfütterung auf relativ höchster Milchproduktion erhalten werden. Hierzu stehen aus den im Herbst vorhandenen Erntevorräten zur Verfügung: 20 000 kg Wiesenheu, 10 000 kg Kleeheu, 15 000 kg Haferstroh und 75 000 kg Futterrunkeln. Das Wiesenheu ist von ziemlich geringer Qualität, weil es etwas überreif und bei nicht ganz günstiger Witterung geerntet wurde; jedoch war bei der Ernte jede nur mögliche Sorgfalt beobachtet und durch rechtzeitiges Zusammenbringen auf Haufen ein bedenkliches Auswaschen des Futters verhindert worden, so daß es immer noch derjenigen Qualität vollständig entspricht, welche in der Tabelle als „weniger gutes" Wiesenheu bezeichnet ist. Bei den übrigen Futtermitteln kann man eine mittlere Zusammensetzung annehmen. In der Nähe des Gutes befindet sich ferner eine große Bierbrauerei, aus welcher

während der ganzen Zeit der Winterfütterung beliebige Mengen von Biertrebern und Malzkeimen zu beziehen sind. Unter diesen Umständen und auf Grund der in der eigenen Wirtschaft vorhandenen Futtervorräte kann man auf je 1000 kg Lebendgewicht der Kühe täglich verabreichen:

		Organ. Substanz im Futter.	Verdauliche Futterbestandteile. Eiweiß u. Amid.	Kohlehydrate.	Fett.
		kg	kg	kg	kg
8 kg	Wiesenheu	6,5	0,27	2,79	0,04
4 „	Kleeheu	3,1	0,28	1,52	0,05
4 „	Haferstroh	3,3	0,06	1,60	0,03
30 „	Runkeln	3,4	0,33	3,00	0,03
	Zusammen:	16,3	0,94	8,91	0,15
30 kg	Biertreber	6,8	1,08	2,91	0,39
$2^1/_2$ „	Malzkeime	2,1	0,48	1,21	0,03
	Im ganzen	25,2	2,50	13,03	0,57
	Fütterungsnorm . .	24,0	2,5	12,5	0,4

Die Kühe gehören einer guten Milchrasse an; es ist daher wünschenswert, daß das verabreichte Futter bezüglich der quantitativen Nährstoffverhältnisse der vorgeschriebenen Fütterungsnorm vollständig entspricht, während man in dieser Hinsicht bei Kühen von geringerer Milchergiebigkeit, namentlich in betreff der stickstoffhaltigen Nährstoffe nicht so ängstlich zu sein braucht. In der obigen Ration beträgt die Trockensubstanz oder, was hier ziemlich gleichbedeutend ist, die organische Substanz der Runkeln etwa 16 % von der organischen Substanz des übrigen Futters, so daß hierdurch schon eine kleine Verdauungsdepression bedingt wird, welche für die Eiweißsubstanz des übrigen Futters 5 %, im vorliegenden Falle also 0,11 kg ausmacht. Bei den Kohlehydraten ist es hier nicht nötig, eine Verdauungsdepression in Anrechnung zu bringen, weil die Menge dieser Nährstoffe in der angegebenen Ration schon eine reichliche (Überschuß = 0,53 kg) ist und weil außerdem zu deren Erhöhung vielleicht noch die vorhandenen Amidverbindungen beitragen.

Die bisher vorgeschlagenen und in der Praxis benutzten Fütterungsnormen sind ohne Berücksichtigung der Amidkörper, überhaupt der Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur aufgestellt worden; sie können auch jetzt noch, nachdem wir über die letzteren Körper und über deren Mengenverhältnisse in den wichtigsten Futtermitteln einige Kenntnis erlangt haben, als giltig betrachtet werden, wenn nämlich der Gehalt der betreffenden Futterrationen daran ein ziemlich mittlerer und unter

sich einigermaßen übereinstimmender ist. Sobald aber in einer und derselben Ration gleichzeitig mehrere Futtermittel mit besonders hohem Gehalt an „Amidstickstoff" vorkommen, so verdient dies schon Beachtung. Die verschiedenen Heuarten von der Beschaffenheit, wie sie bei der Winterfütterung der Tiere gewöhnlich zur Verfügung stehen, kommen hierbei weniger in Betracht, da sie meistens ziemlich gleiche Mengen, nämlich $^1/_8$ bis $^1/_6$ des Gesamtstickstoffes an Nichteiweiß-Stickstoff enthalten, Kleeheu und Luzerneheu meist etwas mehr als Wiesenheu; im zarten Grünfutter und namentlich im Weidefutter ist der Gehalt allerdings oft bedeutend größer und daher wohl zu beachten. Bezüglich der Winterfütterung aber können wir uns, wenigstens vorläufig, bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse, darauf beschränken, die in den Wurzelgewächsen und einigen wenigen konzentrierten Futterarten, z. B. in den Malzkeimen massenhaft vorkommenden Amidverbindungen in Rechnung zu nehmen.

In der obigen Ration sind zwei an Amidkörpern vorzugsweise reiche Futtermittel in beträchtlicher Quantität vorhanden, nämlich Futterrunkeln und Malzkeime. Das erstere Futtermittel enthält häufig fast $^2/_3$ des Gesamtstickstoffes in der Form von Nichteiweiß, das letztere reichlich $^1/_4$; man muß also hiernach von dem angegebenen Eiweißquantum der ganzen Tagesration für Runkeln und Malzkeime 0,22 + 0,12 = 0,34 kg in Abzug bringen, wozu noch, wie schon erwähnt 0,11 kg als Verdauungsdepression hinzukommen, was also im ganzen 0,45 kg, fast $^1/_5$ der Gesamtmenge ausmacht. Auf Grund dieses Verhaltens ist zu vermuten, daß die betreffende Futterration hinsichtlich ihres Gehalts an eigentlicher Eiweißsubstanz bei guten Milchkühen für die relativ höchste Milchproduktion nicht ganz ausreicht; man wird übrigens hierüber in der Praxis aus den Erfolgen der erwähnten Fütterungsweise bald die nötige Klarheit sich verschaffen, aber jedenfalls hat man im Auge zu behalten, daß vielleicht das Resultat noch günstiger sich gestaltet, wenn man durch ein geeignetes Beifutter den Gesamtgehalt an Eiweiß entsprechend erhöht. Dies würde am einfachsten geschehen durch Beigabe von $^2/_3$ kg des amerikanischen Fleischmehles oder auch durch reichlich 1 kg der sehr stickstoffreichen Erdnußkuchen, nächstdem der Sesamkuchen ꝛc., in welchen Futterquantitäten den Tieren jedesmal ungefähr 0,4 kg von verdaulichem Eiweiß dargeboten werden.

Als zweiten Fall wollen wir ein Gut annehmen mit vorherrschend sandigem Boden, welcher für die Kultur der Kartoffeln sich sehr gut eignet. Es ist daher eine Brennerei vorhanden, die für das neuere Verfahren mit Hochdruck eingerichtet ist und auf 1000 kg Lebendgewicht der Kühe täglich 100 kg Kartoffelschlempe zu liefern vermag.

Von Wiesenheu, jedoch wiederum ziemlich geringer Qualität, können hierbei 8 kg, von mittelgutem Haferstroh ebenfalls 8 kg und von Spreu verschiedener Art, im ganzen etwa der Haferspreu in der Zusammensetzung entsprechend, 4 kg pro Tag verabreicht werden. Die Tabelle liefert uns die folgenden Zahlen:

	Organ. Substanz im Futter. kg	Verdauliche Futterbestandteile. Eiweiß u. Amid. kg	Kohlehydrate. kg	Fett. kg
8 kg Wiesenheu . . .	6,5	0,27	2,79	0,04
8 „ Haferstroh . . .	6,6	0,11	3,20	0,06
4 „ Spreu	3,0	0,06	1,46	0,02
100 „ Kartoffelschlempe .	5,6	1,20	4,20	0,20
	21,7	1,64	11,65	0,32
1 1/2 „ Rapskuchen . . .	1,2	0,37	0,36	0,11
2 „ Sesamkuchen . .	1,6	0,67	0,31	0,23
Im ganzen	24,5	2,68	12,32	0,66

Trotz der reichlichen Schlempefütterung braucht man doch, wie ich glaube, eine dadurch bewirkte, irgendwie beträchtliche Verdauungsdepression mit Bezug auf das übrige Futter nicht anzunehmen. Dagegen ist in der Karoffelschlempe viel Amidstickstoff enthalten; allerdings hat man in Halle beobachtet, daß die ursprünglich in den Kartoffeln und also in der süßen Maische vorhandene Menge infolge der alkoholischen Gärung bei der Vegetation der Hefe sich vermindert, aber doch nur so weit, daß noch wenigstens 1/4 des Gesamtstickstoffes in der Form von Nichteiweiß übrig bleibt. Letzteres würde also im vorliegenden Falle ungefähr 0,30 kg betragen und dadurch die angegebene Menge von verdaulichem Futtereiweiß ꝛc. von 2,68 bis 2,38 kg sich vermindern. Es ist fraglich und wohl hauptsächlich durch die Milchergiebigkeit der Kühe bedingt, ob man es für nötig erachtet, das dadurch entstehende geringe Defizit von nur 0,12 kg (gegenüber von 2,50 kg in der Fütterungsnorm) durch eine Extra-Beigabe zu ersetzen. Dies wird natürlich ganz überflüssig, wenn vielleicht eine direkte Analyse der verfütterten Ölkuchen oder der einen Sorte derselben einen das Mittel nicht unwesentlich übersteigenden Gehalt an Rohprotein ergeben hat. Man hat z. B. in den Sesamkuchen mehrfach einen Gehalt von 42 % gefunden, während im Mittel nur 37,2 % vorhanden und oben in Rechnung gebracht sind; in jenem Falle aber hat man mehr verdauliches Eiweiß, nämlich 37,9 anstatt 33,5 % zu verrechnen, nach der Gleichung 37,2 : 42,0 = 33,5 : 37,9. In ähnlicher Weise wird man überhaupt über den Nährstoffgehalt der Futtermittel, zunächst der Kraftfuttermittel sich leicht orientieren, wenn die mittlere Zusammen-

setzung derselben, welche in der Tabelle angegeben ist, nicht hinreichend übereinstimmt mit den Resultaten etwaiger direkter Analysen.

Eine weitere Frage ist, ob nicht in der letzterwähnten Futtermischung der größere Gehalt an Rohfaser die Gesamtmenge der stickstofffreien Nährstoffe als etwas zu gering erscheinen läßt. Mit Hilfe der in Tabelle II angegebenen Verdauungs-Koëffizienten berechnet sich die verdaute Rohfaser (Cellulose) im ganzen auf 4,22 kg, so daß also der Rest der Kohlehydrate (12,32—4,22) nur 8,10 kg beträgt, gegenüber von 13,03—3,57 = 9,46 kg in dem ersten Beispiel. Will man, wie auch vorgeschlagen worden ist, die Hälfte der verdauten Rohfaser als gleichwertig mit den übrigen Kohlehydraten in Rechnung bringen, so würden bezw. 10,21 und 11,24 kg als wirksam im Ernährungsprozeß sich ergeben, also im zweiten Beispiel 1 kg weniger als in dem ersten. Ob hierauf irgendwie Gewicht zu legen ist, läßt sich bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse höchstens bezüglich der Fütterung der Pferde (s. o.), nicht aber bezüglich der Fütterung von wiederkauenden Tieren, zunächst der Milchkühe mit Bestimmtheit entscheiden. Jedenfalls aber ist es gut, eine derartige Differenz im Auge zu behalten und zu beachten, daß dieselbe durch entsprechende Beigabe von einem an Kohlehydrat reichen Futtermittel (Rüben, Kartoffeln, stärkemehlreiche Körnerabfälle ꝛc.) leicht wieder ausgeglichen werden kann, wenn solches infolge einer etwa beobachteten, auffallend geringen Nährwirkung des verabreichten Gesamtfutters vielleicht als wünschenswert sich herausstellen sollte.

Endlich mag noch ein drittes Beispiel erwähnt werden. Es handelt sich um ein Gut, welches gar keine Wiesen besitzt, aber für den Anbau von Rotklee, auch von Rüben und Ackerbohnen günstige Bodenverhältnisse hat. Kleeheu ist reichlich vorhanden, jedoch nur zur Hälfte bei so günstiger Witterung geerntet, daß die Beschaffenheit als eine durchaus mittlere bezeichnet werden kann; die andere Hälfte hat infolge von heftigem und anhaltendem Regen sehr gelitten, obgleich das Heu schließlich auf den Kleereitern trocken geworden und für die Winterfütterung noch einigermaßen brauchbar ist. Wir nehmen darin vorläufig eine Zusammensetzung und Verdaulichkeit an, wie sie nach unserer Tabelle einem „weniger guten" Kleeheu zukommt. Rüben und Ackerbohnen sind gut geerntet und mögen von mittlerer Qualität sein, desgleichen das Stroh von Sommerhalmfrüchten. Bei den zur Verfügung stehenden Vorräten kann man an Milchkühe von guter Rasse auf 1000 kg Lebendgewicht pro Tag die im folgenden angegebenen Futtermengen verabreichen; zur Ergänzung der Tagesration dienen im vorliegenden Falle Palmkuchen, deren Bestandteile entweder nach mittlerem Gehalt oder nach direkter Analyse berechnet werden.

	Organ. Substanz im Futter. kg	Verdauliche Futterbestandteile. Eiweiß u. Amid. kg	Kohlehydrate. kg	Fett. kg
8 kg Kleeheu, mittel . .	6,3	0,56	3,04	0,10
8 „ „ gering . .	6,4	0,46	3,03	0,08
4 „ Futterhalmstroh . .	3,3	0,06	1,62	0,02
25 „ Runkeln	2,8	0,28	2,50	0,03
4 „ Ackerbohnen . . .	3,3	0,88	2,00	0,06
	22,1	2,24	12,19	0,29
2 kg Palmkuchen . . .	1,7	0,31	1,05	0,21
Im ganzen	23,8	2,55	13,24	0,50
Fütterungsnorm . .	24,0	2,5	12,5	0,4

Das geringe Kleeheu ist hier noch mit zu hohem Nährstoffgehalt in Anrechnung gebracht worden, und zwar wird man namentlich den Gehalt an verdaulichen Kohlehydraten in diesem Futtermittel ziemlich bedeutend, vielleicht um $^1/_3$ herabzusetzen müssen, weil nach vorliegenden Untersuchungen durch starkes Beregnen und Auslaugen von Kleeheu die Menge der stickstofffreien Extraktstoffe darin verhältnismäßig weit mehr sich vermindert, als die der Proteïnsubstanz. Es ist hierauf, wie man sieht, schon von vornherein bei der Berechnung der ganzen Futterration Rücksicht genommen worden, so daß eine weitere, durch die mangelhafte Beschaffenheit des Kleeheus bedingte Zulage von Nährstoff überflüssig erscheint. Auch werden die Runkelrüben, bei dem verabreichten, relativ geringen Quantum derselben, mit Bezug auf das übrige Futter kaum eine bemerkenswerte Verdauungsdepression veranlaßt haben. Der Amidgehalt der Runkeln entspricht allerdings etwa 0,18 kg an verdaulichem Eiweiß, und das dadurch entstehende Defizit könnte leicht auf die Weise gedeckt werden, daß man anstatt 2 kg Palmkuchen das gleiche Quantum von einer stickstoffreicheren Sorte von Ölkuchen verabreichte. Jedoch halte ich eine derartige Veränderung des Futters, ohne dazu durch direkte Beobachtung im speziellen Falle veranlaßt zu sein, nicht für erforderlich, weil die Palmkuchen nach mehrfacher Erfahrung für die Quantität und Qualität der Milch eine gleichsam spezifisch günstige Wirkung ausüben und auch die Bohnen in dieser Hinsicht günstig sich verhalten, so daß dadurch ein etwa vorhandenes kleines Defizit an wirklicher Eiweißsubstanz vielleicht reichlich wieder ausgeglichen wird. Was endlich den Gehalt des Futters an verdaulicher Rohfaser betrifft, so findet man die Gesamtmenge = 3,28 kg, noch etwas geringer als in dem ersten Beispiel und wohl ziemlich der mittleren Beschaffenheit eines guten Futters für Milchkühe entsprechend.

Über die Entwickelung und den gegenwärtigen Stand der Fütterungslehre.

Im Jahre 1843 hat Liebig in seiner bekannten Schrift „Die Tier-Chemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“ ein klares Bild geliefert von dem ganzen Ernährungsprozeß im tierischen Organismus und damit zugleich den ersten Grund gelegt zur landwirtschaftlichen Fütterungslehre. Auf Grund von zahlreichen Analysen, welche er in seinem Laboratorium zu Gießen ausführen ließ, suchte er die mannigfachen Umsetzungen zu ermitteln, welche die Bestandteile der aufgenommenen Nahrung im Blut und in den Organen erleiden, bis sie zuletzt in den Endprodukten des Stoffwechsels im Harn und Kot oder durch Haut und Lunge den Tierkörper wieder verlassen. Die wichtigeren Funktionen der einzelnen Gruppen von Nährstoffen wurden nachgewiesen und diese eingeteilt in Respirationsmittel oder wärmeerzeugende Stoffe (stickstofffreie Nährstoffe, hauptsächlich Kohlehydrate und Fett) und in plastische, blut- und fleischerzeugende Nahrungsbestandteile (stickstoffhaltige Nährstoffe oder Eiweißsubstanzen). Die letzteren können zwar im Respirationsprozeß auch die ersteren ersetzen (Fleischfresser), die ersteren dagegen für die letzteren bei der Bildung der tierischen Gewebe und Flüssigkeiten nicht eintreten. Das Blut, indem es die aus der Nahrung resorbierte Eiweißsubstanz allen Teilen des Tierkörpers zuführt, liefert das Material zur Neubildung der Gewebe, wenn diese, nach der damaligen Anschauung, durch ihre Lebensthätigkeit, infolge der im Innern des Organismus stattfindenden Bewegungen oder der nach außen hin sichtbaren Kraftäußerungen einer raschen Zerstörung, der „Abnutzung“ unterliegen.

Liebig machte ferner zuerst aufmerksam auf die Bedeutung gewisser Mineralstoffe für die ganze Entwickelung und normale Erhaltung des tierischen Organismus; er lieferte auch überzeugende Beweise für die Thatsache, daß in dem lebenden Tierkörper nicht allein eine Ablagerung der mit der Nahrung aufgenommenen Fettsubstanz erfolgen kann, sondern daß unter geeigneten Verhältnissen auch eine Neubildung von Fett aus anderweitigen Bestandteilen der Nahrung stattfindet. Es erschien ihm als höchst wahrscheinlich, daß das hierzu nötige Material hauptsächlich von den stickstofffreien Nährstoffen, nämlich von dem Stärkemehl oder Zucker hergegeben werde, ohne jedoch zu leugnen, daß auch aus der Eiweißsubstanz Fett entstehen könne und daß dieselbe jedenfalls bei der Fettbildung, wenn auch mehr indirekt, wichtige Funktionen zu erfüllen habe. Nach dieser Ansicht waren also die Kohlehydrate zugleich wärmeerzeugende und fettbildende Nährstoffe.

Die Verdienste Liebig's um unsere Wissenschaft waren um so größer, als wir ihm auch wesentliche Verbesserungen der chemisch analytischen Methoden zu verdanken haben, wodurch es erst möglich wurde, auf dem Gebiete der Ernährungs-Chemie und Physiologie umfassende Versuche und Untersuchungen anzustellen und nach allen Richtungen hin zu raschen Aufschlüssen zu gelangen.

Neben Liebig und fast gleichzeitig mit ihm beteiligte sich Boussingault erfolgreich an der naturwissenschaftlichen Begründung der Landwirtschaft; er ließ auf seinem Gut zu Bechelbronn im Elsaß vielfache Versuche ausführen über die Aufzucht des Viehes und die Mästung der Tiere, über Milch- und Düngerproduktion, und reich an Erfahrungen in Wissenschaft und Praxis stellte er dieselben zusammen in seinem 1844 veröffentlichten Werke „Die Landwirtschaft in ihren Beziehungen zur Chemie, Physik und Meteorologie." Er bestritt anfangs mit Dumas die Neubildung von Fett im tierischen Organismus; nachdem aber durch direkte Versuche nachgewiesen war, daß der Tierkörper allerdings diese Fähigkeit besitzt, fand auch er die Hauptquelle für das neugebildete Fett in den Kohlehydraten der Nahrung. Boussingault zeigte ferner zuerst, wie bei den landwirtschaftlichen Nutztieren die Bilanz zwischen Einnahme und Ausgabe sich gestaltet. Die hierauf bezüglichen Versuche behaupten auch jetzt noch ihren Wert, obgleich sie nach Umfang und in der sorgfältigen Beachtung aller erforderlichen Vorsichtsmaßregeln mit den Forschungen der Neuzeit keinen direkten Vergleich zulassen.

Zu jener Zeit, in welcher wir die ersten Anfänge der landwirtschaftlichen Fütterungslehre zu suchen haben, wurde von J. R. Mayer in Heilbronn das Prinzip von der Erhaltung und Unzerstörbarkeit der Kraft in der Natur nachgewiesen und schon damals in seinen Beziehungen zum tierischen Leben in der Schrift „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel" (1845) einer näheren Betrachtung unterworfen, — ein Prinzip, welches lange Zeit fast unbeachtet blieb, gegenwärtig aber die ganze Naturwissenschaft gleichsam beherrscht und schon zu den wichtigsten Erörterungen und Forschungen Anlaß gegeben hat. Diesem allgemeinen Naturgesetz muß auch eine richtige Theorie der tierischen Ernährung bezüglich der Produktion und Verwendung von Wärme und Kraft Rechnung tragen, wenn wir auch nicht als erwiesen annehmen können, daß im Tierkörper, ähnlich wie in einer Dampfmaschine, eine direkte Umsetzung von Wärme in Kraft stattfindet.

Die zahlreichen Fütterungsversuche, welche in England 1848 bis 1850 von Lawes und Gilbert mit Schafen und Schweinen, unter Berücksichtigung des chemischen Gehaltes der verabreichten Futtermittel

ausgeführt wurden, ließen das Konsumvermögen jener Tiere für die einzelnen Gruppen der Nährstoffe erkennen und zeigten, mit welchen Futtermischungen eine vorzugsweise rasche und volle Mästung erzielt werden kann. Diese Versuche, namentlich als man sie später in Verbindung brachte mit den Resultaten von chemischen Analysen ganzer Tiere, in deren mageren und gemästeten Zustande, schienen die Bildung von Fett aus Kohlehydraten im Tierkörper aufs neue zu bestätigen.

In Deutschland verdanken wir wohl die ersten, längere Zeit hindurch konsequent fortgesetzten Reihen von Fütterungsversuchen v. Weckherlin in Hohenheim (1844 und 1845). Sie betrafen zunächst die Ausnutzung des Futters durch verschiedene Rassen von Rindvieh, konnten aber nur ein rein praktisches Interesse gewähren, da außer den Wägungen des Futters und der lebenden Tiere keine andere Momente für die Erzielung allgemein wichtiger Resultate in Betracht gezogen wurden. Von größerer Bedeutung waren die Eldena'schen Versuche von Haubner und Rohde mit Schafen (1847 und 1848), obgleich ebenfalls ohne wesentliche Beihilfe der chemischen Analyse des Futters ausgeführt, hauptsächlich wegen der wissenschaftlichen Erörterungen, welche an dieselben von Haubner angeknüpft wurden. Überhaupt hat Haubner sich große Verdienste erworben um die Begründung eines rationellen Fütterungswesens in der Landwirtschaft und um die Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse im Gebiete der tierischen Ernährung; er befreite die Lehre der „Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haussäugetiere" (in erster Auflage 1845 erschienen) von dem veralteten Beiwerk früherer Zeiten und brachte jene Lehre in Einklang mit den Fortschritten der Chemie und Physiologie.

Mit dem Anfang des Jahres 1851 wurde die erste landwirtschaftlich-chemische Versuchsstation in Deutschland auf Anregung Stöckhardt's, sowie der beiden um das Emporblühen der sächsischen Landwirtschaft hochverdienten Männer, W. Crusius und Th. Reuning, auf dem Gute der Leipziger ökonomischen Societät in Möckern begründet und die Leitung dieser Anstalt dem Verfasser der vorliegenden Schrift übertragen. In den drei Jahren meiner dortigen Thätigkeit (1851 bis 1854) habe ich verschiedene Fütterungsversuche, teils mit Schafen, teils mit Milchkühen ausgeführt, bei welchen letzteren sowohl die chemische Zusammensetzung der Futtermittel, wie auch die Quantität und Qualität der produzierten Milch Berücksichtigung fand und somit die Wirkung der Futtermittel bezüglich ihres Nährstoffgehaltes einer vergleichenden Betrachtung unterworfen werden konnte. In ähnlicher Weise wurden später von meinen Nachfolgern in Möckern, von Ritthausen zuerst und dann von Knop über die Milchproduktion und über die

Aufzucht von Rindvieh Versuche angestellt, während seit 1867 G. Kühn daselbst in streng wissenschaftlichen, den Anforderungen der Gegenwart entsprechenden Versuchen über die Verdaulichkeit des Futters und dessen Einfluß auf die Menge und Beschaffenheit der Milch eine hervorragende Thätigkeit entwickelt.

Die Versuchsstation Möckern war die erste jener im Interesse der Landwirtschaft wirkenden Anstalten, welche bald Anklang und Verbreitung fanden, so daß wir jetzt schon wenigstens 50 mehr oder weniger vollständig eingerichtete Institute dieser Art in Deutschland besitzen. Von den später gegründeten Versuchsstationen haben namentlich folgende mit Fütterungsversuchen sich beschäftigt und daher zur Ausbildung der Fütterungslehre beigetragen: Weende seit 1857 (Henneberg), 1874 nach Göttingen verlegt, Salzmünde von 1859 bis 1865 (Grouven), Dresden seit 1862 (Haubner und Hofmeister), Halle 1865 bis 1871 (Stohmann), Pommritz (Heiden), Proskau (Weiske), seit 1866 auch Hohenheim und in neuerer Zeit Kuschen (Wildt) und Wien (Moser, Soxhlet, Meißl); zeitweise ferner haben Fütterungsversuche ausgeführt: Braunschweig (1862 bis 1864 unter Stohmann), Köthen (Heidepriem), Dahme (Hellriegel), München (J. Lehmann, sodann Soxhlet), Alt-Morschen (Dietrich), Münster (J. König) u. a.

Wenn von den landwirtschaftlichen Versuchsstationen und deren Thätigkeit die Rede ist, so wird auch die Wanderversammlung deutscher Agrikulturchemiker zu erwähnen sein, welche seit 1863 fast alljährlich stattgefunden und im Jahr 1872 mit der allgemeinen Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, eine besondere Sektion derselben bildend, sich vereinigt hat, mit dem Jahr 1888 aber als „Verband der Versuchsstationen Deutschlands" wieder in eine mehr selbständige und isolierte Stellung eintritt. Diesen Zusammenkünften der Agrikulturchemiker und Physiologen verdankt unsere Wissenschaft mancherlei Anregung, das Institut der Versuchsstationen selbst vielfache Förderung. Hier sind Pläne zu Fütterungsversuchen, namentlich zu Versuchen über die Verdaulichkeit der wichtigsten Futtermittel festgestellt und deren systematische Durchführung verabredet worden, hier haben eingehende Erörterungen stattgefunden über die bei agrikulturchemischen Untersuchungen anzuwendenden Methoden, von hier aus hat man auch auf die Notwendigkeit hingewiesen, die große Menge der überall in Schriften und Abhandlungen zerstreuten Futter- und Aschenanalysen unter gemeinschaftliche Gesichtspunkte zusammenzufassen und daraus allgemein annehmbare Normal- und Mittelzahlen abzuleiten. Infolge der betreffenden Verhandlungen und Beschlüsse habe ich im Jahr 1865 über „Die mittlere Zusammensetzung der Asche der land- und forstwirtschaftlich wichtigen Stoffe" eine kleine Schrift veröffentlicht und der-

selben später ein ausführlicheres Werk folgen lassen: „Aschenanalysen von landwirtschaftlichen Produkten, Fabrik-Abfällen und wildwachsenden Pflanzen", einheitlich berechnet und systematisch geordnet, nebst Notizen über das untersuchte Material und verschiedenen Übersichts-Tabellen, Berlin 1871; ferner zweiter Teil (1880), die Untersuchungen aus den Jahren 1870 bis 1880 enthaltend, nebst neuen Übersichts-Tabellen. In ähnlicher Weise hat eine systematische Zusammenstellung der sämtlichen, bisher ausgeführten Futteranalysen stattfinden sollen. Einen willkommenen Beitrag hierzu haben Th. Dietrich und J. König geliefert „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futterstoffe. Berlin 1874". Als neue Bearbeitung dieses Werkes ist gegenwärtig unter der Presse und im Druck schon weit vorgeschritten, eine möglichst vollständige Zusammenstellung der Futteranalysen, wie eine solche für „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel" von J. König bereits erschienen ist (Berlin 1879 und 1880. 2. Aufl. 1882 bis 1884). Außerdem habe ich ein größeres Werk ausgegeben „Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Kritische Zusammenstellung der in neuerer Zeit durch tierphysiologische Versuche erlangten Resultate in ihrer Bedeutung für die Aufgabe der landwirtschaftlichen Tierhaltung". Berlin 1876. Es ist gewiß, daß derartige Ausarbeitungen für Wissenschaft und Praxis ein großes Interesse haben, indem sie die nötigen und allein zuverlässigen Unterlagen für landwirtschaftliche Berechnungen der verschiedensten Art gewähren, und zugleich die Richtung und Größe der Schwankungen in der Zusammensetzung der betreffenden Stoffe, sowie vielfach auch die Ursachen dieser Schwankungen klar erkennen lassen.

Die Hauptthätigkeit der Versuchsstationen im Gebiete der Fütterungslehre beginnt mit dem Jahre 1860. Jedoch besitzen wir aus der Zeit von 1850 bis 1860 eine große Anzahl von Fütterungsversuchen, welche in England, Frankreich und Deutschland meistens von intelligenten Landwirten ausgeführt wurden, bei denen aber nur das Lebendgewicht der Tiere und die Menge des Futters, selten auch die chemische Beschaffenheit des letzteren Beachtung fand. Die Resultate dieser Versuche konnten nicht zur Feststellung allgemeiner Ernährungsgesetze und Fütterungsprinzipien benutzt werden; sie genügten aber vorläufig, um daraus bezüglich einiger praktisch wichtiger Fragen Anhaltpunkte zu gewinnen, z. B. über das Konsumvermögen der Tiere in deren verschiedenen Altersstufen, über den Einfluß der Körpergröße und der Lufttemperatur auf den Futterbedarf der Tiere, insbesondere über passende Futtermischungen für die einzelnen Zwecke der Viehhaltung, über die Methoden der Zubereitung des Futters, über die Ursachen der wechselnden Qualität der Milch ꝛc. Zugleich gelangte man in jener Zeit allmählich zu einer näheren chemischen Charakteristik der

Futtermittel. Die sämtlichen Ergebnisse dieser Versuche und Untersuchungen findet man zusammengestellt und erörtert in meiner 1861 in Stuttgart veröffentlichten Ausarbeitung „Die landwirtschaftliche Fütterungslehre und die Theorie der menschlichen Ernährung", und ebenso in dem kurz vorher erschienenen Werke Grouven's: „Vorträge über Agrikultur-Chemie mit besonderer Rücksicht auf Tier-Physiologie. Köln, 1860." Mit diesen Werken war die erste Entwickelungsperiode der landwirtschaftlichen Fütterungslehre abgeschlossen; es begann jetzt eine Epoche, in welcher unsere Wissenschaft ihre festeren Grundlagen erhielt und in völlig neuer Gestaltung rasch bis zu ihrem gegenwärtigen Standpunkte sich heranbildete. Den allmählichen Übergang aus der alten in die neue Zeit kann man besonders deutlich verfolgen in den verschiedenen Ausgaben der bekannten Schrift von Julius Kühn „Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes", einer von der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur gekrönten Preisschrift, welche von ihrem ersten Erscheinen an im Jahre 1861 bis zur Gegenwart in regelmäßiger Aufeinanderfolge neun Auflagen erlebte.

Das Jahr 1860 muß man als den Beginn einer neuen Epoche der Fütterungslehre bezeichnen, zunächst aus dem Grunde, weil in diesem Jahr die berühmten Werke der beiden Münchener Physiologen erschienen: „Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, durch neue Untersuchungen festgestellt von Th. L. W. Bischoff und Karl Voit" und als Fortsetzung und Ergänzung: „Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel von K. Voit." In diesen Schriften war zum erstenmal als unzweifelhaft nachgewiesen, daß man unter gewissen Umständen den sämtlichen Stickstoff der Nahrung im Harn und Kot der Tiere wieder vorfindet und daß man in dem Stickstoff des Harnes einen sicheren Maßstab hat für die Art und Höhe des Eiweiß-Umsatzes im tierischen Organismus, — es war eine zuverlässige Methode gefunden, nach welcher die „Gesetze der Fleischbildung" erforscht werden konnten. Außerdem gelangte man zu Aufschlüssen über die „Gesetze der Fettbildung" und somit über den ganzen Verlauf des tierischen Ernährungsprozesses, nachdem Pettenkofer in München, ebenfalls zu Anfang der bezeichneten Epoche, auf höchst sinnreiche Weise einen Apparat konstruiert hatte, in welchem Menschen und Tiere beliebig lange Zeit unter ganz normalen Verhältnissen sich aufhalten können und der zugleich gestattet, neben den „sensiblen" Ausscheidungen auch die sämtlichen Respirationsprodukte auf das genaueste zu bestimmen.

Zwar hatten schon früher Bidder und Schmidt („Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, Dorpat 1852") in Versuchen mit Katzen beobachtet, daß der sämtliche Stickstoff der Nahrung im Harn und

Kot der Tiere wieder erscheint, ohne jedoch diese vereinzelte Thatsache weiter zu verfolgen und für die Erforschung der allgemeinen Gesetze des Eiweiß-Umsatzes zu benutzen. Alle anderen Forscher, wie Bouſſingault, Barral, Reiset u. a., hatten bis dahin ein bedeutendes Stickstoff-Defizit, oft von 25 bis 50 % gefunden, welches sie in der Form von Ammoniak oder von freiem Stickstoffgas durch Lunge und Haut aus dem Körper austreten ließen, und als auch Bischoff in seinen älteren Versuchen (s. „Der Harnstoff als Maß des Stoffwechsels, 1852") beim Hund einen Stickstoffverlust von wechselnder Größe beobachtete, so glaubte man damals allgemein, daß der beim Zerfall der Eiweißsubstanz im Tierkörper sich abscheidende Stickstoff außer mit dem Harn, noch auf anderen, bisher aber nicht experimentell ermittelten Wegen den Organismus verlasse und daß es daher ein vergebliches Bemühen sei, den Harn-Stickstoff als Maß für die Höhe des Eiweiß-Umsatzes benutzen zu wollen. Voit aber erkannte die Ursachen, weshalb in den früheren Versuchen so häufig ein beträchtliches Stickstoff-Defizit sich ergeben hatte, und von dieser Zeit an verdienen zunächst nur diejenigen Versuche und Untersuchungen über den tierischen Stoffwechsel Beachtung, bei denen der sämtliche Stickstoff der Nahrung in den sensiblen Ausscheidungen erscheint, oder der etwa vorhandene Überschuß und Verlust in ungezwungener Weise durch Veränderungen im Ernährungszustand des Tieres sich erklären läßt.

In unermüdlicher Thätigkeit hat Voit, in Verbindung mit Pettenkofer und einigen jüngeren Physiologen (E. Bischoff, Jos. Bauer, L. Riederer, F. Hofmann, J. Forster, E. Voit, L. Feder, M. Rubner, Tappeiner u. a.) seine Untersuchungen fortgesetzt und jenen ersten epochemachenden Schriften zahlreiche Abhandlungen folgen lassen, anfangs in den Liebig'schen Annalen der Chemie, später seit 1865 in der Münchener „Zeitschrift für Biologie". Es sind hauptsächlich die Resultate dieser mühsamen und umfassenden Arbeiten, welche uns eine tiefe Einsicht in den ganzen Verlauf des tierischen Ernährungsprozesses verschafft haben; es war meine Aufgabe, namentlich in dem ersten Abschnitt der vorliegenden Schrift, dieselben zu einem möglichst anschaulichen Bild zusammenzustellen. Zu den neuesten Arbeiten der Münchener physiologischen Schule gehören u. a. die interessanten Beobachtungen von Tappeiner über Celluloſegärung und Eiweisfäulnis im Verdauungskanal, ferner die Versuche von Max Rubner über den Einfluß der Körpergröße auf Stoff- und Kraftwechsel, sowie namentlich über die Vertretungswerte der Nahrungsstoffe im Tierkörper, über deren dynamischen Äquivalente.

Das Jahr 1860 ist um so mehr als der Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der landwirtschaftlichen Fütterungslehre anzusehen,

Digitized by Google

als in diesem Jahr, fast gleichzeitig mit den oben erwähnten Schriften von Bischoff und Voit, auch das erste Heft der „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer“ von Henneberg und Stohmann veröffentlicht wurde. In zahlreichen Versuchen hatte man bei pflanzenfressenden Tieren zum erstenmal unter Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln die Quantität und die chemische Zusammensetzung der flüssigen und festen Exkremente genau ermittelt. Diese Versuche verbreiteten ein helles Licht über den Nährstoffbedarf volljähriger Ochsen, zunächst bei deren Erhaltungsfütterung und zeigten überhaupt den Weg, welchen man einschlagen mußte, um die wichtigsten Fragen im Gebiete des landwirtschaftlichen Fütterungswesens ihrer Lösung entgegenzuführen. Eine wesentliche Ergänzung und Erweiterung erhielten diese Versuche in dem zweiten Heft der „Beiträge“ 1863/64, in welchem die Verdaulichkeit des Rauhfutters, ohne und mit Beigabe von anderem Futter, auf experimenteller Basis nach allen Richtungen hin erörtert wurde und zugleich die von Voit ermittelten Gesetze der Fleischbildung auch für den Pflanzenfresser ihre Bestätigung fanden. Henneberg vervollständigte ferner die Methoden der chemischen Analyse von Futtermitteln und gab den löslichen stickstofffreien Bestandteilen die jetzt allgemein angenommene Bezeichnung „stickstofffreie Extraktstoffe“, der Holzfaser den Namen „Rohfaser“; in ähnlicher Weise sind auch „Rohprotein“ und „Rohfett“ als Bestandteile der Rauhfutterarten aufzuführen, da immer nur eine gewisse Menge der chemisch ermittelten Proteïnsubstanz und der Fettstoffe (des Ätherextraktes) als verdaulich und also als eigentlicher Nährstoff betrachtet werden kann.

In gleicher Richtung wurden die Forschungen auf der Versuchsstation Weende und später in Göttingen mit großem Eifer bis in die neueste Zeit, unter Mitwirkung von G. Kühn, H. Schultze, E. Schulze, M. Märcker, Kern, Wattenberg, Th. Pfeiffer, F. Lehmann u. a. fortgesetzt (vgl. „Neue Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer“ von Henneberg, 1871/72 und zahlreiche Abhandlungen in dem Henneberg'schen „Journal für Landwirtschaft“), außerdem auch in Halle (s. „Biologische Studien“ von F. Stohmann; 1. Heft, 1873), Möckern (Abhandlungen von G. Kühn in der Nobbe'schen Zeitschrift „Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen“ und im „Journal für Landwirtschaft“), in Proskau und sodann in Breslau von Weiske und seinen Mitarbeitern (s. hauptsächlich im „Journal für Landwirtschaft“ und in „Zeitschrift für Biologie“), in Dresden von Hofmeister (s. Zeitschrift „Landwirtschaftliche Versuchsstationen“) und seit 1866 in Hohenheim (s. meine Schrift „Die landwirtschaftlich-chemische Versuchsstation Hohenheim, deren Einrichtungen und Thätigkeit in den Jahren 1866 bis 1870“, Berlin

1870, und spätere ausführliche Referate namentlich in den preußischen „Landwirtschaftlichen Jahrbüchern", sowie in den „Landwirtschaftlichen Versuchsstationen"). Die Zahl der sog. Ausnutzungs- oder Verdauungsversuche ist bereits eine sehr große; allein in Hohenheim wurden von 1866 bis 1887 im ganzen etwa 600 Einzelversuche über die Verdaulichkeit der verschiedensten Futterarten und Futtermischungen mit Hammeln, Schweinen und Pferden ausgeführt. Insbesondere sind die Pferde-Fütterungsversuche seit 1876 eine Spezialität der Versuchsstation Hohenheim und in ihren Resultaten um so interessanter, als sie vielfach gleichzeitig und vergleichend mit Hammeln, also Wiederkäuern zur Ausführung gelangten. Unter solchen Umständen ist es begreiflich, daß die Lehre von der Verdaulichkeit des Futters, deren Anfang erst aus dem Jahr 1860 datiert, schon jetzt eine nicht unbedeutende Entwickelungsstufe erreicht hat. Die wichtigeren Resultate der betreffenden Fütterungsversuche habe ich in dem zweiten Abschnitt dieser Schrift erörtert und davon im dritten Abschnitt bezüglich der Nährstoffmengen und Nährstoffverhältnisse für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung eine praktische Anwendung gemacht.

Auch nach anderen Richtungen hin haben wir den erfolgreichen Arbeiten der landwirtschaftlichen Versuchsstationen vielfache Aufklärung zu verdanken. Unsere Anschauungen über Fett und Kraftproduktion im Tierkörper sind berichtigt und erweitert worden; ich erinnere in dieser Hinsicht namentlich an die unter Henneberg's Leitung in Göttingen von Kern und Wattenberg ausgeführten neueren Versuche „über den Verlauf und die Zusammensetzung der Körpergewichtszunahme bei der Aufzucht und Mästung von Hammel-Lämmern", sowie an die Untersuchungen von O. Kellner in Hohenheim „über einige Beziehungen zwischen Muskelthätigkeit und Stoffzerfall im tierischen Organismus" (Pferd). Bezüglich der Leistungsfähigkeit des Pferdes schließen sich neuere, auf der Versuchsstation Hohenheim erzielte Forschungsresultate an (s. E. Wolff „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes", Berlin 1885 u. „Neue Beiträge" in Thiel's „Landw. Jahrbüchern" Bd. XVI, Supplement III, 1887), sowie auch die in Paris seit 1880 von L. Grandeau und A. Leclerc ausgeführten exakten Pferde-Fütterungsversuche. Es sind ferner die Versuche zu erwähnen, welche die Fettbildung aus Kohlehydraten endlich mit aller Bestimmtheit nachgewiesen haben, nämlich von Soxhlet auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation in München, von Tschirwinsky in Moskau, von Meissl und Strohmer in Wien, sämtlich bei Schweinen, außerdem von B. Schulze und Weiske in Proskau, sowie von Chaniewsky in Riga bei Gänsen, von Erlenmeyer und v. Planta bei Bienen, endlich von O. Kellner, jetzt in Tokio (Japan), bei Seidenraupen. Ebenso hat die Futter-

analyse mit Bezug auf die organischen Stickstoffverbindungen eiweißartiger und nicht eiweißartiger Natur eine entsprechende Ausbildung erhalten. Seitdem R. Sachße eine leicht ausführbare Methode zur quantitativen Bestimmung der Amidkörper, zunächst des Asparagins in keimenden Samenkörnern ermittelte, sind solche Körper in oft überraschend großer Menge in vielen, auch als Futtermittel wichtigen Pflanzen und Pflanzenteilen nachgewiesen worden, zuerst in den Futterrüben und Kartoffeln von E. Schulze in Gemeinschaft mit Urich und Barbieri, später auch von Märcker, Kreusler u. a. Eine noch größere Bedeutung für das landwirtschaftliche Fütterungswesen hatte die Entdeckung beträchtlicher Mengen von nicht eiweißartigen Stickstoffverbindungen in allen Heu- und Grünfutterarten von O. Kellner, welcher hierüber zahlreiche Untersuchungen ausführte. Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß man nach Stutzer in Bonn die Futtermittel einer künstlichen Verdauung unterwerfen und auf diese Weise auch ohne Beihilfe von direkten Fütterungsversuchen über die Verdaulichkeit der Proteïnstoffe und der Kohlehydrate Aufklärung, somit einen wichtigen Anhalt zur raschen Beurteilung der Güte und Nährkraft des Futters sich verschaffen kann.

Um über den Einfluß äußerer Verhältnisse auf die Qualität des Futters, zunächst der Rauh- und Grünfutterarten zu bestimmteren Aufschlüssen zu gelangen, hat man ferner unter Berücksichtigung der angedeuteten analytischen Methoden, umfassende Untersuchungen in Angriff genommen und zum Teil schon bis zu einem gewissen Abschluß gebracht. Es handelt sich dabei um ein Ziel, welches besonders W. Funke („Grundlagen einer wissenschaftlichen Versuchsthätigkeit auf größeren Landgütern", Berlin 1877, S. 7—50) betont und näher erörtert hat, nämlich um „die annähernde Feststellung der Größe der Zusammensetzungsschwankungen unter dem Einfluß der bekannten Vegetations-, Ernte- und Aufbewahrungsfaktoren, zum Zweck der Fixierung möglichst vieler Substanzqualitäten und zur Ableitung richtiger Qualitäts- und Substanz-Mittelzahlen" (a. a. O. S. 36). Es soll damit eine weitere Entwickelung und bessere Begründung der chemisch-analytischen Tabellen, welche zu landwirtschaftlich-statischen Berechnungen dienen, erreicht werden. Unter den Versuchsstationen, welche an diesen Arbeiten sich beteiligen, ist die in Kiel (Emmerling), in erster Linie aber die in Halle zu nennen, wo unter der Leitung von M. Märcker seit einigen Jahren mehrere Tausend Futteranalysen unter genauer Beachtung der Qualität des untersuchten Materials ausgeführt worden sind. Eine vollständige Veröffentlichung der Resultate dieser Analysen hat bisher noch nicht stattgefunden.

Das Hauptstreben der ganzen Fütterungslehre ist darauf gerichtet, für die in der rationellen Praxis erforderlichen Futterberechnungen möglichst zuverlässige Unterlagen und Anhaltpunkte zu schaffen. Die Methode daher, nach welcher man zu verschiedenen Zeiten derartige Berechnungen vorgenommen hat, giebt uns gleichsam eine Vorstellung von der jedesmaligen Entwickelungsstufe unserer Wissenschaft.

Seit Thaer haben die sogenannten Heuwerte fast ein halbes Jahrhundert hindurch in der deutschen Landwirtschaft eine große Rolle gespielt. Ursprünglich beruhten dieselben auf den chemischen Untersuchungen, welche Einhof in Möglin ausgeführt hatte, indem er die Futtermittel auf ihren Gehalt an in Wasser, Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien löslichen Bestandteilen prüfte. Die damals bekannten wenigen Fütterungsversuche, namentlich mit Masttieren, sowie die etwas späteren Versuche von Block in Schierau schienen den Landwirten in genügender Übereinstimmung sich zu befinden mit dem von Einhof ermittelten Nährstoffgehalt der Futterarten. Da aber die Zahl der genaueren Fütterungsversuche bis zum Jahr 1840 eine überaus geringe blieb und die Methode der Futteranalyse nicht wesentlich verbessert wurde, so konnte auch von einer etwaigen weiteren Begründung der Heuwerte nicht die Rede sein; vielmehr geriet ihre ursprünglich chemische Basis in Vergessenheit, und fast jeder landwirtschaftlicher Schriftsteller glaubte sich berufen, die betreffenden Zahlen nach eigenen allgemeinen Erfahrungen oder ganz nach Gutdünken zu modifizieren und in dieser veränderten Form seinen Berechnungen über Fütterungswesen, Düngerproduktion ꝛc. zu Grunde zu legen. Es entstand so eine große Unsicherheit und Verwirrung, welche einer rationellen Fütterung der Tiere eher nachteilig als förderlich sein mußte. Da außerdem die Viehzucht vielfach noch als ein notwendiges Übel galt, die Tiere nur als Düngermaschinen betrachtet und im Winter auf das dürftigste gefüttert wurden, so waren die Fortschritte in diesem Zweig der Landwirtschaft nur langsam; Deutschland wurde darin von England, wo die Heuwerte niemals Anklang fanden, weitaus übertroffen.

Nachdem Liebig die Hauptfunktionen der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsbestandteile erkannt und auf die Bedeutung des Mengenverhältnisses der beiderseitigen Nährstoffgruppen hingewiesen hatte, wurde auch der chemischen Untersuchung des in der Landwirtschaft benutzten Futters größere Aufmerksamkeit gewidmet. Bei der großen Wichtigkeit des Eiweißes für den Ersatz der durch den Stoffwechsel im Tierkörper zerstörten Masse und im Hinblick darauf, daß die stickstofffreien Nährstoffe in den gewöhnlichen Futtermitteln der Grasfresser in großer Menge, anscheinend im Überschuß vorhanden zu sein pflegen, glaubte Boussingault die Nahrungsäquivalente oder Heu-

werte des Futters ausschließlich nach dessen Stickstoffgehalt berechnen zu können. Man erkannte aber bald, daß die betreffenden Nährstoffäquivalente bei vielen Futtermitteln, namentlich den stickstoffärmeren, wie bei den Rüben, Kartoffeln und den Körnern der Cerealien, gegenüber den Hülsenfrüchten und Ölkuchen zu niedrig ausfielen, und Boussingault machte daher den Vorschlag, neben dem Stickstoff noch entsprechende Mengen von Stroh in Rechnung zu bringen und auf solche Weise das Äquivalent für 100 kg Wiesenheu bezüglich der einzelnen Futtermittel zu ergänzen, — eine Rechnungsweise, welche jedoch nirgends Eingang in die Praxis sich verschaffte.

Die Versuche, welche ich 1851 bis 1854 auf der in Möckern errichteten Versuchsstation ausführte, lieferten aufs neue den Beweis, daß bei der Beurteilung des Nährwertes der Futtermittel neben dem absoluten Gehalt an stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandteilen notwendig auch deren größere oder geringere Verdaulichkeit und gleichzeitig der verschiedene Zweck der Fütterung in Betracht gezogen werden muß. Das Rauhfutter (Heu, Stroh und Spreu) äußert, selbst bei gleichem Stickstoffgehalt, in der Produktionsfütterung der Tiere, einen weit geringeren Nähreffekt als die Trockensubstanz der Kartoffeln, Rüben und Körner. Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der beiderseitigen Futtermittel beruht zunächst auf deren sehr ungleichem Gehalt an Rohfaser, welche Substanz man damals als ganz unverdaulich ansah, für den Pflanzenfresser wie für den Fleischfresser. Es lag daher der Gedanke nahe, die Rohfasermenge als einen Maßstab für die Verdaulichkeit der einzelnen Futtermittel zu benutzen, in der Weise, daß nicht allein die Rohfaser selbst von der gesamten organischen Substanz in Abzug zu bringen sei, sondern daß deren Gegenwart auch die Verdauung einer entsprechenden Menge der eigentlichen Nährstoffe verhindere, der stickstofffreien sowohl als der stickstoffhaltigen. Bezüglich der auf Grund dieser Annahme von mir berechneten Futteräquivalente und Heuwerte habe ich stets und von Anfang an darauf hingewiesen, daß die Nahrungswerte der Futtermittel je nach dem Zweck der Fütterung verschieden ausfallen müssen und daß als die eigentliche Basis einer rationellen Fütterung die Menge und das Verhältnis der Nährstoffe zu betrachten sei; es wurde daher in den Tabellen immer auch der chemisch ermittelte Gehalt der Futtermittel an allen wesentlichen Bestandteilen aufgeführt. Die von mir berechneten Äquivalente waren jedesfalls geeignet, den Übergang von einer völlig planlosen, aber fest eingewurzelten Futterberechnung zu einer neuen, besser begründeten Anschauungsweise bezüglich des Gehaltes und der Nährwirkung der einzelnen Futterarten zu vermitteln. Diesen Zweck haben die betreffenden Tabellen erfüllt, sie fanden rasch Eingang in die Praxis;

von jener Zeit und nachdem bald nachher Grouven zuerst „Fütterungsnormen" für alle Arten und Altersstufen der landwirtschaftlichen Nutztiere berechnet hatte, datiert sich „die Fütterung nach chemischen Grundsätzen," — das Interesse der Landwirte für die Forschungen auf dem Gebiete der Chemie und Physiologie wurde ein immer regeres.

Die Annahme der völligen Unverdaulichkeit der Rohfaser erwies sich bald als eine unrichtige; aus den Versuchen, zuerst von Haubner und Sußdorf, sodann von Ritthausen, Stöckhardt u. a. ergab sich, daß von den wiederkäuenden Tieren ein sehr bedeutender Teil, bis zu 50 und unter Umständen sogar 70 % der im Futter aufgenommenen Rohfaser nicht mit dem Darmkot wieder ausgeschieden, sondern anscheinend verdaut und aus dem Verdauungskanal resorbiert wird. Ferner zeigten die von Henneberg und Stohmann 1860 bis 1863 veröffentlichten Versuche mit volljährigen Ochsen, daß zwar von der Proteïnsubstanz des Futters eine wechselnde, dem Rohfasergehalt desselben oft ziemlich entsprechende Menge unverdaut bleibt, daß dagegen die durch die chemische Analyse ermittelten sog. stickstofffreien Extraktstoffe die Gesamtmenge der wirklich verdauten stickstofffreien organischen Substanz des Rauhfutters annähernd repräsentieren. Nach den Ergebnissen der erwähnten und weiteren Versuche muß man die Idee, den Nahrungswert der einzelnen Futtermittel in einigermaßen feststehenden Zahlen auszudrücken, ganz aufgeben. Die Zeit der Heuwerte und Äquivalentzahlen für die Futtermittel ist vorüber, insofern damit ein *physiologischer* Wert, der zu erwartende Nähreffekt, bezeichnet werden soll; man kann höchstens auf rein empirischer Basis nach Grouven's Vorgang den *Geldwert* berechnen und damit dem Landwirt bei dem Ankauf von Futtermitteln einen etwa wünschenswerten Anhalt gewähren, indem man ähnlich, wie bei den konzentrierten Düngemitteln üblich ist, für die wichtigeren Futterbestandteile gewisse Geldpreise der Rechnung zu Grunde legt. Ich habe hierbei den verdaulichen Anteil, den wirklichen Nährstoffgehalt des Futters benutzt und dadurch, wie ich glaube, eine einfachere Grundlage für die Rechnung gewonnen; aber auch so erhält man Zahlen, welche zunächst nur bezüglich der einer und derselben Gruppe angehörenden Futtermittel eine gegenseitige Vergleichung zulassen, und man muß stets beachten, daß damit durchaus nichts physiologisch, also wissenschaftlich Feststehendes bezeichnet werden soll. Die Gestaltung des Nähreffektes eines und desselben Futtermittels ist je nach den Umständen eine sehr verschiedene; es hat darauf nicht allein die Gattung, die Rasse, das Alter der Tiere, sondern auch der augenblickliche Ernährungszustand derselben, sowie die Menge und das gegenseitige Verhältnis der Nährstoffe im täglichen Gesamtfutter einen wechselnden Einfluß. Das Hauptgewicht bei der rationellen Ernährung

der Tiere ist auf die für jeden besonderen Nutzungszweck derselben nach den Resultaten exakt ausgeführter Versuche festzustellenden Fütterungsnormen zu legen.

In den Fütterungsnormen, welche für den Gebrauch in der Praxis berechnet wurden, hat man längere Zeit hindurch als sog. Nährstoffe das Rohprotein und die stickstofffreien Extraktstoffe inkl. Rohfett, oft auch das letztere für sich besonders aufgeführt. Es erklärt sich dies aus dem Umstand, daß die Fütterungsnormen zuerst zu einer Zeit in Vorschlag gebracht wurden, wo man von der Verdaulichkeit des Futters der landwirtschaftlichen Tiere kaum irgend eine klare Vorstellung hatte. Die betreffenden Zahlen fanden überall in der Praxis Anklang und rasche Verbreitung und wurden auch später noch beibehalten, ungeachtet wir durch die von Henneberg und Stohmann erlangten Versuchsresultate, sowie durch spätere Forschungen über den Nährstoffgehalt der Futtermittel zu ganz anderen und richtigeren Ansichten gelangten. Man scheute sich, sobald wieder wesentliche Veränderungen der Zahlenverhältnisse in den Fütterungsnormen vorzunehmen oder wollte zu diesem Behufe erst weitere Aufklärungen durch fortgesetzte tierphysiologische Versuche abwarten. Ich erachte es aber für notwendig, ohne Bedenken in der angedeuteten Richtung vorzugehen und habe daher in der vorliegenden Schrift, schon bei der ersten Ausgabe derselben im Jahr 1874, alle Erörterungen und Berechnungen auf die verdauliche Futtersubstanz, auf den wirklichen Nährstoffgehalt der Futtermittel basiert.

Die stickstofffreien Extraktstoffe können immer noch als Maßstab für den Gehalt, zunächst der Rauh- und Grünfutterarten an stickstofffreien Nährstoffen überhaupt benutzt werden, obgleich auch in dieser Hinsicht, wie direkte Versuche zeigen, Ausnahmen vorkommen, welche teils allerdings wieder auf bestimmte Regeln zurückzuführen sind, teils aber auch spezielle Bestimmungen des betreffenden Verhältnisses bei einzelnen Futtermitteln als nötig erscheinen lassen. Bezüglich des Rohproteïns aber und des Rohfettes hat sich ergeben, daß davon manchmal kaum die Hälfte, auch unter den sonst günstigsten Verhältnissen, verdaut wird, ein sehr beträchtlicher Teil dagegen gar nicht zur Ernährung des Tierkörpers beiträgt, also auch nicht als Nährstoff betrachtet werden kann. Wäre diese Thatsache schon bei der ersten Aufstellung von Fütterungsnormen klar erforscht gewesen, so hätte man gewiß von Anfang an auf die Rechnung mit Rohproteïn verzichtet und sich darauf beschränkt, die Menge des verdaulichen Eiweißes, wenn auch nur ganz annähernd, in Ansatz zu bringen.

In der That hatte man seit 1863 nach Henneberg's Vorgang bereits vielfach und überall, wo es darauf ankam, ein klares Verständnis

für den jedesmaligen Nährstoffbedarf der Tiere zu gewinnen und zu verbreiten, den Weg eingeschlagen, daß man bei allen Rauhfutterarten einfach die Hälfte des Rohproteïns als verdaulich annahm, dagegen bezüglich der konzentrierten Futtermittel und der Wurzelgewächse den vollen Eiweißgehalt derselben in Rechnung brachte, während die Extraktstoffe wie bisher als Maßstab dienten für die stickstofffreien Nährstoffe überhaupt. Es war dies schon ein Fortschritt, welcher in gleicher Richtung noch bedeutender wurde, seitdem man später wenigstens für die wichtigeren Gruppen der Futtermittel besondere Verdauungs-Koëffizienten der Rechnung zu Grunde legen konnte und auch zu weiteren Aufschlüssen gelangte über die größere oder geringere Depression, welche die Verdauung des Rauhfutters unter dem Einfluß von allerlei Beifutterarten erleidet.

In meinen Tabellen über Futtermittel und Fütterungsnormen sind überall die aus den Resultaten direkter Fütterungsversuche abgeleiteten Koëffizienten für die Feststellung der als Nährstoffe anzusehenden Futterbestandteile benutzt worden. Freilich habe ich dabei bezüglich vieler Futtermittel, über welche noch keine direkte Versuchsresultate vorhanden sind, nur durch sorgfältige Vergleichung und Abwägung aller Verhältnisse zu vorläufig annehmbaren Zahlen gelangen können. Es liegt in der Natur der Sache, daß immer nur mehr oder weniger richtige Zahlen sich ergeben, und wenn auch zu den jetzt schon ausgeführten etwa 1000 Einzelversuchen über die Verdaulichkeit des Futters ein weiteres Tausend hinzukommt, so wird immer noch vieles zu erforschen übrig bleiben. Die Hauptsache ist, daß in dieser Hinsicht ein Anfang gemacht, eine Grundlage gegeben wird, welche in Zukunft, ohne daß voraussichtlich gewaltsame Veränderungen vorzunehmen sind, immer mehr sich befestigen und erweitern läßt. Solches hat in der neuesten Zeit mit Bezug auf die verdauliche Eiweißsubstanz durch die Auffindung von Amidkörpern, überhaupt von organischen Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur in vielen Futtermitteln als notwendig sich ergeben, obgleich es nicht möglich ist, darauf schon jetzt bei Futterberechnungen in jeder Hinsicht genügende Rücksicht zu nehmen. Inwiefern die neuerdings im Verdauungsprozeß beobachtete Cellulosegärung und Eiweißfäulnis einen ändernden Einfluß ausüben werden, muß vorläufig noch der Zukunft zur Entscheidung überlassen bleiben. Das Gleiche ist der Fall mit Bezug auf die Frage, ob und in welcher Weise vielleicht die Ergebnisse der künstlichen Verdauung an die Stelle der direkt am Tier ermittelten Verdauungszahlen treten können oder diese in geeigneter Weise zu ergänzen im stande sind.

Die Rechnung mit Rohproteïn oder überhaupt mit Rohbestandteilen des Futters konnte höchstens eine Zeitlang als Notbehelf dienen

und mußte das Bestreben erwecken, sobald wie möglich etwas Besseres, wenn auch an sich noch Unvollkommenes an deren Stelle zu setzen. Die darauf basierten Fütterungsnormen führen zu Futtermischungen von ganz verschiedenem Nährstoffgehalt und also auch Nähreffekt, je nachdem mehr oder weniger Rauhfutter oder leichter verdauliches Futter in die betreffende Mischung aufgenommen worden ist. Auch unter Beachtung der Gesamt-Trockensubstanz und der Rohfaser läßt sich keine Übereinstimmung bei den nach einer und derselben Fütterungsnorm berechneten Futtermischungen erzielen, da es dabei wiederum auf den Stickstoffgehalt des Rauhfutters einerseits und des Beifutters andererseits ankommt. Man muß fortwährend die Bedingung stellen, daß je nach dem Fütterungszweck entweder die ganze Menge des Rohproteins oder nur $^2/_3$, $^1/_2$, $^1/_3$ 2c. als Rauhfutterprotein in der Futtermischung zugegen ist, und auch dieses genügt noch nicht, da das Protein in den einzelnen Rauhfutterarten nach Art und Beschaffenheit derselben in sehr ungleichem Grade verdaut wird. Diese Unsicherheit fällt größtenteils weg, wenn man nur die wirklichen Nährstoffe bei den Fütterungsnormen und allen Futterberechnungen in Ansatz bringt und außerdem noch die Gesamtmenge der Trockensubstanz oder der organischen Substanz berücksichtigt.

Indem man den Nährstoffbedarf und das Nährstoffverhältnis für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung mit verdaulichen Futterbestandteilen normiert, gelangt man zu einer schärferen Charakteristik der einzelnen Futtermittel, werden die von den Physiologen zunächst am Fleischfresser erforschten Gesetze der Fleisch- und Fettbildung in ihrer Giltigkeit auch für den Pflanzenfresser leicht verständlich, gewinnen überhaupt die Grundlagen der ganzen Fütterungslehre wesentlich an Klarheit. Wir dürfen erwarten, daß auf diese Weise die rationelle Fütterung der Tiere überall in der landwirtschaftlichen Praxis Eingang und Verbreitung finden wird.

Anhang.

I. Tabelle über die mittlere Zusammensetzung der Futtermittel und deren Gehalt an verdaulichen Bestandteilen.*)

Art der Futtermittel.	Wasser.	Asche.	Rohprotein.	Rohfaser.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Rohfett.	Verdauliche Stoffe: Eiweiß.	Kohlehydrat.	Fett.	Nährstoffverhältnis.	Geldwert pro 50 Kilo.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	wie 1:	M
I. Heu.											
Wiesenheu, weniger gut	14,3	5,0	7,5	33,5	38,2	1,5	3,4	34,9	0,5	10,6	2,54
„ besser	14,3	5,4	9,2	29,2	39,7	2,0	4,6	36.4	0,6	8,3	2,83
„ mittel	14,3	6,2	9,7	26,3	41,4	2,5	5,4	41,0	1,0	8,0	3,26
„ sehr gut	15,0	7,0	11,7	21,9	41.6	2,8	7,4	41,7	1,3	6,1	3,66
„ vorzüglich	16,0	7,7	13,5	19,3	40,4	3,0	9,2	42,8	1,5	5,1	4,04
Alpenheu	14,3	6,2	13,5	22,7	39,4	3,9	9,2	40,9	2,3	5,0	4,02
Rotklee, weniger gut	15,0	5,1	11,1	28,9	37,7	2,1	5,7	37,9	1,0	7,1	3,14
„ mittel	16,0	5,3	12,3	26,0	38,2	2,2	7,0	38,1	1,2	5,9	3,38
„ sehr gut	16,5	6,0	13,5	24,0	37,1	2,9	8,5	38,2	1,7	5,0	3,60
„ vorzüglich	16,5	7,0	15,3	22,2	35,8	3,2	10,7	37,6	2,1	4,0	4,06
Weißklee, mittel	16,5	6,0	14,5	25,6	33,9	3,5	8,1	35,9	2,0	5,0	3,53
Luzerne, mittel	16,0	6,2	14,4	33,0	27,9	2,5	9,4	28,3	1,0	3,3	3,22
„ sehr gut	16,5	6,8	16,0	26,6	31,6	2,5	12,3	31,4	1,0	2,8	3,87
Sandluzerne, Anf. d. Blüte	16,7	6,1	15,2	30,1	28,9	3,0	11,7	29,5	1,2	2,8	3,69
Schwedischer Klee	16,0	6,0	15,0	27,0	32,7	3,3	8,6	34,8	1,8	4,6	3,51
Esparsette, in der Blüte	16,7	6,2	13,3	27,1	34,2	2,5	7,6	35,8	1,4	5,2	3,38
Hopfenklee	16,7	6,0	14,6	26,2	33,2	3,3	9,2	36,4	2,0	4,5	3,74
Bokhara(Stein-)Klee, jung	14,3	8,0	16,7	30,3	27,9	2,8	8,5	31,7	1,6	4,2	3,31
Inkarnatklee	16,7	5,1	12,2	30,4	32,6	3,0	6,2	34,9	1,4	6,2	3,10
Serradella, in der Blüte	16,0	8,1	16,2	25,6	30,3	3,1	11,1	27,8	2,5	3,1	3,64
Futterwicke, mittel	16,7	8,8	14,2	25,5	32,8	2,5	9,4	32,5	1,5	3,9	3,50
„ sehr gut	16,7	9,3	19,8	23,4	28,5	2,3	15,1	31,1	1,4	2,3	4,36
Vogelwicke	15,6	5,8	23,1	16,4	37,4	1,2	16,2	38,5	0,5	2,5	4,85
Zaunwicke	16,0	6,0	19,2	27,5	28,9	2,4	14,6	34,4	1,5	2.6	4,47
Sandwicke in der Blüte	16,0	9,4	23,2	25,4	23,2	2,8	17,6	28,9	1,7	1,9	4,68
Wickhafer	16,7	7,2	12,6	28,0	33,2	2,3	7,2	35,0	1,1	5,4	3,23
Erbsen, Anf. d. Blüte	16,0	7,3	21,8	23,3	28,8	2,8	16,7	31,4	1,7	2,1	4,67
„ in der Blüte	16,7	7,0	14,3	25,2	34,2	2,6	9,4	33,1	1,6	4,0	3,55
Sojabohne, Ende der Blüte	16,0	5,8	14,2	35,5	26,3	2,2	9,1	36,5	0,4	4,1	3,55
Lupinen, mittel	16,7	4,6	17,1	28,5	30,9	2,2	11,3	37,3	0,7	3,4	3,99
„ sehr gut	16,7	4,1	23,2	25,2	28,6	2,2	17,2	36,0	0,7	2,2	4,90
Wundklee, Anf. d. Blüte	16,7	6,4	13,8	25,5	35,1	2,5	7,9	35,6	1,4	4,9	3,42
Ackerspergel, in der Blüte	16,7	9,5	12,0	22,0	36,6	3,2	7,6	36,8	1,9	5,5	3,49
Beinwell vor der Blüte	15,0	15,0	20,7	11,5	35,1	2,7	12,0	31,8	1,8	3,0	3,93
Senf, Beginn der Blüte	16,0	8,8	14,9	23,3	34,2	2,8	9,8	37,4	1,8	4,3	3,87
„ volle Blüte	16,0	7,1	11,2	29,4	33,4	2,9	6,9	36,8	1,7	5,9	3,35
Futterroggen	14,3	5,1	10,4	23,1	44,5	2,8	6,6	44,3	1,3	7,2	3,67
Thimotheegras	14,3	4,5	9,7	22,7	45,8	3,0	5,8	43,4	1,4	8,1	3,50
Italienisches Raigras	14,3	7,8	11,2	22,9	40,6	3,2	7,1	41,5	1,4	6,3	3,61
Englisches Raigras	14,3	6,5	10,2	30,2	36,1	2,7	5,1	35,3	0,8	7,3	2,87
Französisches Raigras	14,3	9,9	11,2	29,4	32,6	2,7	5,6	33,1	0,8	6,3	2,83
Schrader'sche Trespe	14,3	9,4	9,7	22,8	41,6	2,2	5,4	39,0	0,9	7,6	3,14
Mittel von Süßgräsern	14,3	5,8	9,5	28,7	39,1	2,6	5,3	40,9	1,1	8,2	3,25
Moorheu	13,4	5,7	10,8	29,4	38,5	2,2	6,1	41,0	0,9	7,1	3,36
Besenstrauch, Spitzen	8,3	7,9	15,9	33,1	29,5	5,3	10,3	31,3	2,7	3,7	3,72

*) Vgl. die Bemerkungen auf S. 197 ff.

Art der Futtermittel.	Wasser.	Asche.	Rohprotein.	Rohfaser.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Rohfett.	Verdauliche Stoffe. Eiweiß.	Kohlehydrat.	Fett.	Nährstoffverhältnis.	Geldwert pro 50 kg.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	wie 1:	M
Wasserpest	17,0	10,4	15,3	13,9	35,5	1,9	9,0	31,1	0,7	3,5	3,37
Laubfutter, Ende Juli	16,0	7,0	10,5	14,2	49,3	3,0	6,2	37,8	2,4	7,0	3,37
Pappellaub, Oktober	16,0	7,5	10,8	17,4	39,6	8,7	6,0	31,8	6,9	8,2	3,50
Brennesselblätter	11,4	11,0	18,3	10,6	38,0	7,7	12,8	36,0	4,9	3,8	4,63
Hopfenlaub und Stengel	10,6	10,8	12,5	24,5	38,1	3,5	8,0	34,7	2,5	5,1	3,50
Hopfen, ausgebraut	15,0	4,0	15,8	18,7	40,5	6,0	5,0	23,1	3,9	6,6	2,50
II. Grünfutter.											
Gras, kurz vor der Blüte	75,0	2,1	3,0	6,0	13,1	0,8	2,0	13,0	0,4	7,0	1,09
Weidegras	80,0	2,0	3,5	4,0	9,7	0,8	2,5	9,9	0,4	4,4	1,00
Fettweidegras	78,2	2,2	4,5	4,0	10,1	1,0	3,4	10,9	0,6	3,6	1,23
Italienisches Raigras	73,4	2,8	3,6	7,1	12,1	1,0	2,3	12,6	0,4	5,9	1,12
Englisches Raigras	70,0	2,0	3,6	10,6	12,8	1,0	1,8	12,2	0,4	7,2	1,01
Timotheegras	70,0	2,2	3,4	8,0	16,3	1,1	2,1	16,0	0,5	8,2	2,28
Mittel von Süßgräsern	70,0	2,1	3,4	10,1	13,4	1,0	1,9	14,2	0,5	8,1	1,15
Futterroggen	76,0	1,6	3,3	7,9	10,4	0,8	1,9	11,0	0,4	6,3	0,96
Futterhafer	81,0	1,4	2,3	6,5	8,3	0,5	1,3	8,9	0,2	7,2	0,73
Wickhafer	84,0	1,4	2,4	5,4	6,4	0,4	1,4	6,9	0,2	5,4	0,63
Grünmais	82,9	1,3	1,2	5,2	8,8	0,6	0,7	8,4	0,3	13,0	0,61
Sorgho	77,3	1,1	2,5	6,7	11,7	0,7	1,6	11,9	0,3	7,4	0,95
Mohar, in der Blüte	75,0	1,8	3,1	8,5	10,9	0,7	1,8	11,8	0,3	7,0	0,98
Weideklee, junger	83,0	1,5	4,6	2,8	7,2	0,9	3,6	7,4	0,6	2,5	1,07
Rotklee, vor der Blüte	83,0	1,5	3,3	4,5	7,0	0,7	2,3	7,4	0,5	3,8	0,84
„ in voller Blüte	80,4	1,3	3,0	5,8	8,9	0,6	1,7	8,7	0,4	5,7	0,80
Weißklee, in der Blüte	80,5	2,0	3,5	6,0	7,2	0,8	2,2	7,9	0,5	4,2	0,85
Schwedischer Klee, Anfang d. Blüte	85,0	1,5	3,3	4,5	5,1	0,6	2,1	5,8	0,4	3,2	0,71
„ „ volle Blüte	82,0	1,8	3,3	6,0	6,3	0,6	1,8	6,9	0,3	4,3	0,71
Luzerne, ganz jung	81,0	1,7	4,5	5,0	7,2	0,6	3,5	7,3	0,3	2,3	1,01
„ Anfang der Blüte	74,0	2,0	4,5	9,5	9,2	0,8	3,2	9,1	0,3	3,1	1,06
Sandluzerne, Anfang der Blüte	78,0	1,9	4,0	8,0	7,3	0,8	3,1	7,5	0,3	2,7	0,96
Esparsette, Anfang der Blüte	81,4	1,2	4,2	5,2	7,3	0,7	3,0	7,9	0,5	2,9	0,98
Inkarnatklee	81,5	1,6	2,7	6,2	7,3	0,7	1,5	7,5	0,3	5,5	0,69
Hopfenklee	80,0	1,5	3,5	6,0	8,2	0,8	2,2	8,7	0,5	4,6	0,90
Bokharaklee, jung	87,5	2,1	2,9	3,6	3,5	0,4	1,6	3,9	0,2	2,7	0,50
Wundklee, Anfang der Blüte	83,0	1,3	2,8	5,3	7,2	0,4	1,6	7,4	0,2	4,9	0,69
Serradella, in der Blüte	81,0	1,8	3,7	5,8	6,9	0,8	2,5	6,3	0,5	3,1	0,81
Lupinen, mittel	85,0	0,7	3,1	5,1	5,7	0,4	2,0	6,7	0,2	3,6	0,72
„ sehr gut	85,0	0,7	4,2	4,5	5,2	0,4	3,1	6,5	0,2	2,3	0,89
Ackerbohnen, Anfang der Blüte	87,3	1,0	2,8	3,5	5,1	0,3	2,0	5,2	0,2	2,8	0,64
Futterwicken, in der Blüte	82,0	1,8	3,5	5,5	6,6	0,6	2,5	6,7	0,3	3,0	0,81
Sandwicke, in der Blüte	84,8	1,7	4,2	4,6	4,2	0,5	3,2	5,2	0,3	1,9	0,85
Beinwell, vor der Blüte	87,7	2,2	3,0	1,7	5,0	0,4	1,8	4,6	0,3	3,0	0,58
Senf, volle Blüte	82,7	1,4	2,1	5,8	7,5	0,5	1,4	7,9	0,3	6,1	0,70
Futtererbsen, in der Blüte	81,5	1,5	3,2	5,6	7,6	0,6	2,2	7,4	0,3	3,7	0,80
Ackerspergel	80,0	2,0	2,3	5,3	9,7	0,7	1,5	9,8	0,3	7,0	0,82
Buchweizen, in der Blüte	85,0	1,4	2,4	4,2	6,4	0,6	1,5	6,6	0,4	5,1	0,65
Fullerdistel, jung	86,7	2,0	2,9	1,4	6,1	0,9	2,2	6,0	0,6	3,4	0,76
Haidekraut	54,6	3,7	3,7	19,7	15,1	3,0	1,9	15,6	1,0	9,5	1,18
Futterlaub, Juli	55,0	3,8	5,6	7,6	26,5	1,5	3,8	24,5	0,9	6,0	2,07
Pappellaub, Anfang Oktober	55,0	4,0	5,8	9,3	21,3	4,6	3,2	17,1	3,6	8,2	1,86
Ulmenblätter	63,1	4,5	5,1	5,6	21,7		2,5	16,1		6,4	1,30
Grüner Raps	87,0	1,6	2,9	4,2	3,7	0,6	2,0	4,8	0,4	2,9	0,61
Futterkohl	84,7	1,6	2,5	2,4	8,1	0,7	1,8	8,2	0,4	5,2	0,79
Weißkraut	89,0	1,2	1,5	2,0	5,9	0,4	1,1	6,0	0,2	5,8	0,53
Strunkkraut	89,6	0,9	1,9	1,3	6,2	0,1	1,4	5,6	0,1	4,2	0,55
Kartoffelkraut, Oktober	78,0	3,0	2,3	6,0	9,7	1,0	1,0	8,3	0,3	9,0	0,65
Mohrrübenblätter	82,2	3,6	3,2	3,0	7,1	1,0	2,2	7,0	0,5	3,3	0,80
Runkelrübenblätter	90,5	1,8	1,9	1,3	4,0	0,5	1,2	4,0	0,2	3,7	0,44

Art der Futtermittel.	Wasser.	Asche.	Rohprotein.	Rohfaser.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Rohfett.	Verdauliche Stoffe. Eiweiß.	Kohlehydrat.	Fett	Nährstoffverhältnis.	Geldwert pro 50 kg.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	wie 1:	M
Kohlrübenblätter	88,4	2,3	2,1	1,6	5,2	0,5	1,5	5,1	0,3	3,9	0,56
Kohlrabiblätter	85,0	1,8	2,8	1,4	8,2	0,8	2,0	7,6	0,4	4,3	0,73
Symphytumblätter	91,7	1,9	2,6	0,9	2,4	0,5	1,5	2,2	0,3	2,0	0,40
Stechginster (Ulex)	57,4	2,0	4,5	19,8	15,2	1,1	1,8	17,5	0,5	10,1	1,31
Wasserpest	88,0	2,4	2,2	2,0	5,1	0,3	1,4	4,5	0,1	3,4	0,49
Hopfenlaub und Stengel	66,0	4,1	4,7	9.2	14,7	1,3	3,0	13,2	0,9	5,1	1,32
Hopfen, ausgebraut	85,6	0,7	2,7	3,2	6,8	1,0	0,9	3,9	0,6	6,0	0,48
Topinamburkraut	80,0	2,7	3,3	3,4	9,8	0,8	2,0	9,4	0,4	5,2	0,83
Sauerheu von Mais	84,1	2,0	1,2	6,1	5,9	0,7	0,8	7,1	0,5	10,4	0,58
„ von Gras	80,6	2,0	2,0	6,5	8,1	0,8	1,4	8,5	0,5	6,9	0,75
„ von Lupinen	84,4	1,1	3,1	4,9	4,4	2,1	2,2	6,1	1,1	4,0	0,82
„ von Runkelblättern	80,0	4,1	3,0	2,7	9,0	1,2	2,0	6,3	0,7	4,0	0,75
„ von Kartoffelkraut	77,0	5,3	2,9	4,7	7,5	2 6	1,2	6,2	1,3	8,0	0,68
„ von Rotklee	79,2	2,1	4,2	5,9	6,4	2,2	2,8	7,2	1,7	4,1	1,05
„ von Luzerne	82,9	2,1	3,8	5,0	4,7	1,5	2,8	5,3	0,9	2,7	0,85
„ von schwedischem Klee	75,4	2,1	3,3	6,7	10,6	1,8	2,0	9,4	0,3	5,8	0,95
„ von Senf	84,9	2,3	2,5	3,8	6,1	0,4	1,6	5,4	0,3	3,8	0,59
„ von Esparsette	83,3	1,3	3,4	5,9	5,1	1,0	1,7	4,4	1,0	4,1	0,63
„ von Serradella	78,3	1,9	3,9	5,8	9,2	0,9	2,6	9,4	0,5	4,1	1,00
„ von Futterroggen	86,9	0,9	1,6	4,4	5,7	0,5	0,9	6,0	0,3	7,5	0,51
Braunheu von Esparsette	52,5	3,3	9,8	15,4	16,7	2,3	6,3	12,1	1,7	3,5	2,22
III. Stroh.											
Winterweizen	14,3	4,6	3,0	40,0	36,9	1,2	0,8	35,6	0,4	45,8	2,13
Winterroggen	14,3	4,1	3,0	44,0	33,3	1,3	0,8	36,5	0,4	46,9	2,18
Winterdinkel	14,3	5,0	2,5	45,0	31,8	1,4	0,7	32,1	0,4	47,3	1,93
Wintergerste	14,3	5,5	3,3	43.0	32,5	1,4	0,8	31,4	0,4	40,5	1,90
Sommergerste	14,3	4,1	3,5	40,0	36,7	1,4	1,3	40,6	0,5	32,2	2,50
Hafer	14,3	4,0	4,0	39,5	36,2	2,0	1,4	40,1	0,7	29,9	2,51
Sommerhalmstroh, mittel	14,3	4,1	3,8	39,7	36,4	1,7	1,4	40,4	0,6	31,0	2,52
„ sehr gut	14,3	6,7	6,9	36,7	32,9	2,5	2,5	36,9	0,8	15,5	2,53
Winterhalmstroh, mittel	14,3	4,8	3,0	42,0	34,9	1,3	0,8	36,0	0,4	46,3	2,16
„ sehr gut	14,3	5,3	4,5	37,8	36,7	1,4	1,2	34,3	0,4	29,4	2,13
Buchweizen	10,4	5,0	3,9	45,9	33,2	1,6	2,0	37,7	0,7	19,7	2,48
Futterwicken	16,0	4,5	7,5	42,0	29,0	1,0	3,4	31,9	0,5	9,8	2,37
Erbsen	16,0	4,5	6,5	38,0	34,0	1,0	2,9	33,4	0,5	12,0	2,37
Ackerbohnen	16,0	4,6	10,2	34,0	34,2	1,0	5,0	35,2	0,5	7,3	2,82
Hülsenfruchtstroh, mittel	16,0	4,5	8,1	38,0	32,4	1,0	3,8	33,5	0,5	9,7	2,47
„ sehr gut	16,0	5,1	10,2	34,5	33,2	1,0	5,0	34,6	0,6	7,2	2,79
Linsen	16,0	6,5	14,0	33,6	27,9	2,0	6,9	30,8	1,2	4,7	2,36
Lupinen	16,0	4,1	5,3	40,8	32,1	1,1	2,2	41,6	0,3	19,4	2,68
Sojabohne	15,0	10,2	6,7	27,0	38,6	2,5	3,4	35,6	1,5	11,5	2,68
Samenklee	16,0	5,6	9,4	42,0	25,0	2,0	4,2	28,5	1,0	7,4	2,37
Raps	16,0	4,1	3,5	40,0	35,4	1,0	1,4	35,0	0,5	25,9	2,21
Mais	15,0	4,2	3,0	40,0	36,7	1,0	1,1	37,0	0,3	34,4	2,25
Mohn	14,8	9,4	6.7	31,5	36,1	1,5	3,0	35,0	0,7	12,2	2,50
IV. Spreu und Schoten.											
Weizen	14,3	9,2	4,5	36,0	34,6	1,4	1,4	32,8	0,4	24,1	2,08
Dinkel	14,3	8,3	3,5	40,0	32,6	1,3	1,1	33,9	0,4	31,7	2,09
Roggen	14,3	7,5	3,6	43,5	29,9	1,2	1,1	34,9	0,4	32,6	2,15
Hafer	14,3	10,0	4,0	34,0	36,2	1,5	1,6	36,6	0,6	23,8	2,34
Gerste	14,3	13,0	3,0	30,0	38,2	1,5	1,2	35,0	0,6	30,4	2,13
Grünkernspreu	9,8	6,6	2,3	29,2	50,6	1,5	0,9	40,0	0,6	46,1	2,41
Wicken	15,0	8,0	8,5	33,0	33,5	2,0	4,2	34,3	1,2	8,9	2,71
Erbsen	15,0	6,0	8,1	32,0	36,9	2.0	4,0	36,2	1,2	3,8	2,78
Bohnen	15,0	5,5	10,5	33,0	34,0	2,0	5,1	34,7	1,2	7,4	2,88
Lupinen	14,3	3,5	4,5	37,0	39,0	1,7	1,7	44,2	0,5	26,7	2,77
Sojabohne	14,0	8,1	5,1	23,0	42,5	1,3	2,2	45,8	0,8	21,7	2,97

Digitized by Google

Art der Futtermittel.	Wasser.	Asche.	Rohprotein.	Rohfaser.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Rohfett.	Verdauliche Stoffe. Eiweiß.	Kohlehydrat.	Fett.	Nährstoffverhältnis.	Geldwert pro 50 kg.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	wie 1:	M
Raps	12,9	7,6	4,2	38,7	35,0	1,6	2,1	34,9	0,7	17,9	2,34
Lein	11,6	5,8	3,5	40,7	35,0	3,4	1,7	31,8	1,7	23,0	2,38
Leindotter	11,2	7,2	2,7	45,2	32,6	1,1	1,3	35,8	0,5	28,1	2,24
Entkörnte Maiskolben	13,1	2,3	3,5	38,9	41,3	0,9	1,6	41,7	0,4	26,7	2,60
Reisschalen	9,7	15,7	3,4	42,8	27,0	1,4	1,2	31,4	0,5	26,8	1,98
Erdnußschalen	10,6	3,0	7,1	60,8	15,3	3,2	2,5	17,2	1,4	8,3	2,01
Hirseschalen	11,2	11,2	4,8	40,8	29,0	2,3	1,9	30,5	1,0	17,4	2,10
Hülsen von Dari	5,7	8,0	3,9	25,8	55,7	0,9	1,5	46,3	0,4	31,5	2,84
V. Wurzeln und Knollen.											
Kartoffeln	75,0	0,9	2,1	1,1	20,7	0,2	2,1	21,8	0,2	10,6	1,57
„ gesäuert	56,6	4,4	2,0	1,1	35,4	0,5	2,0	36,5	0,5	19,5	2,39
Topinambur	80,0	1,0	2,0	1,3	15,5	0,2	2,0	16,8	0,2	8,7	1,28
Futterrunkel	88,0	0,8	1,1	0,9	9,1	0,1	1,1	10,0	0,1	9,3	0,74
Zuckerrübe	81,5	0,7	1,0	1,3	15,4	0,1	1,0	16,7	0,1	17,0	1,08
Mohrrübe	85,0	0,9	1,4	1,7	10,8	0,2	1,4	12,5	0,2	9,3	0,94
Riesenmöhre	87,0	0,8	1,2	1,2	9,6	0,2	1,2	10,8	0,2	9,4	0,81
Kohlrübe	87,0	1,0	1,3	1,1	9,5	0,1	1,3	10,6	0,1	8,3	0,81
Stoppelrübe	91,5	0,7	0,9	0,8	6,0	0,1	0,9	6,8	0,1	7,8	0,53
Turnips	92,0	0,7	1,1	0,8	5,3	0,1	1,1	6,1	0,1	5,8	0,53
Pastinake	88,3	0,7	1,6	1,0	10,2	0,2	1,6	11,2	0,2	7,3	0,90
VI. Körner und Früchte.											
Weizen	14,4	1,7	13,0	3,0	66,4	1,5	11,7	64,3	1,2	5,8	5,60
Dinkel (Spelz)	14,8	3,7	10,0	16,5	52,5	1,5	7,5	42,7	1,1	6,1	3,65
Kernen	14,5	1,7	13,5	1,5	67,2	1,6	12,2	64,4	1,3	5,5	5,70
Roggen	14,0	1,8	11,0	3,5	67,4	2,0	9,9	65,4	1,6	7,0	5,41
Gerste	14,0	2,7	11,0	4,9	65,1	2,3	8,5	56,6	2,3	7,3	4,77
Hafer	12,4	3,0	10,4	11,2	57,8	5,2	8,0	44,7	4,3	6,8	4,24
Mais	12,7	1,6	10,1	2,3	68,6	4,7	8,0	63,1	4,0	9,1	5,23
Hirse	14,0	3,3	11,8	9,5	57,4	4,0	8,9	45,0	3,2	6,0	4,30
Dari	11,1	2,6	10,2	1,7	71,3	3,1	8,2	67,2	2,5	8,9	5,33
Buchweizen	14,0	1,8	9,0	15,0	58,7	1,5	6,8	47,0	1,2	7,4	3,84
Reis, geschält	14,0	0,5	7,7	2,2	75,2	0,4	6,9	72,7	0,3	10,7	5,17
Erbsen	14,4	2,7	22,6	5,4	53,0	1,9	20,1	53,0	1,4	2,8	6,39
Ackerbohnen	14,4	3,2	25,0	6,9	48,9	1,6	22,0	50,0	1,4	2,4	6,53
Wicken	13,4	3,2	26,4	6,6	48,6	1,8	23,2	47,8	1,6	2,2	6,63
Linsen	14,5	3,0	23,8	6,9	49,2	2,6	21,4	51,2	2,2	2,6	6,59
Lupinen, gelbe	13,8	3,9	38,1	13,6	25,6	5,0	34,7	49,2	4,6	1,7	8,94
„ blaue und weiße	13,2	3,2	24,8	12,5	41,7	5,6	23,6	54,2	4,6	2,8	7,38
Wickgerstenschrot	17,0	4,0	19,3	7,6	49,8	2,3	16,4	49,7	1,8	3,3	5,64
Sojabohne	10,0	5,0	33,4	4,8	29,2	17,6	30,1	30,7	15,8	2,3	8,39
Serradella	12,0	3,5	21,8	20,8	35,9	6,0	16,3	34,9	4,8	2,9	5,14
Leinsamen	12,3	3,4	20,5	7,2	19,6	37,0	17,2	18,9	35,2	—	7,75
Rapssamen	11,8	3,9	19,4	10,3	12,1	42,5	15,5	10,2	40,4	—	7,56
Hanfsamen	12,2	4,5	16,3	2,1	21,3	33,6	12,2	16,2	30,2	—	6,23
Mohnsamen	14,7	5,3	17,5	6,1	15,4	41,0	14,7	15,3	39,0	—	7,56
Madiasamen	8,4	4,7	20,6	20,5	7,0	38,8	15,4	5,3	36,9	—	6,89
Leindotter	8,4	6,8	21,5	11,5	21,8	30,0	17,2	21,0	27,0	—	6,06
Baumwollesamen	11,4	4,3	19,9	18,9	20,2	25,3	14,5	13,7	22,8	—	5,65
Erdnuß	6,3	3,2	28,2	13,9	7,2	41,2	23,7	11,3	39,1	—	8,84
Palmkerne	7,6	1,8	8,4	6,0	26,8	49,2	8,0	31,2	48,2	—	8,34
Kandlenüsse	3,7	3,4	22,7	2,7	6,6	60,9	19,1	6,5	57,9	7,9	9,88
Eicheln, frisch	55,3	1,0	2,5	4,4	31,8	1,9	2,0	30,9	1,5	18,2	2,19
„ halbtrocken	37,7	1,6	3,5	7,8	46,6	2,8	2,8	41,9	2,2	17,0	3,08
„ geschält und getrocknet	17,0	2,0	5,1	4,5	67,4	4,0	4,1	59,7	3,2	16,5	4,31
Kastanien, frisch	49,2	1,6	4,3	2,0	41,3	1,6	3,4	35,7	1,3	11,5	2,67
Johannisbrot	13,0	1,8	4,0	5,9	73,3	2,0	2,7	76,0	1,1	29,2	4,60
Äpfel und Birnen	83,1	0,4	0,4	4,3	11,3	—	0,3	12,9	—	43,0	0,76

Art der Futtermittel.	Wasser.	Asche.	Rohprotein.	Rohfaser.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Rohfett.	Verdauliche Stoffe. Eiweiß.	Kohlehydrat.	Fett.	Nährstoffverhältnis.	Geldwert pro 50 kg.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	wie 1:	M
Viehmelone	91,4	0,7	1,2	1,5	5,2	—	0,9	5,6	—	6,2	0,46
Feld-Kürbis	90,9	0,5	1,3	1,7	5,2	0,4	1,0	5,8	0,3	6,5	0,52
Herrenkürbis	80,8	0,9	1,8	1,8	7,9	0,8	1,4	8,3	0,6	6,9	0,76
VII. Gewerbliche Produkte und Abfälle.											
Zuckerrübenpreßlinge	73,0	2,2	1 9	5,4	17,3	0,2	t,2	18,9	0,2	16,2	1,25
„ gesäuert	76,4	2,9	1,4	4,5	14,5	0,3	0,9	15,9	0,3	18,5	1,06
Diffusionsrückstände, frisch	91,0	0,7	0,7	1,8	5,7	0,1	0,4	6,3	0,1	16,4	0,43
„ gesäuert	88,5	0,9	0,9	2,3	7,2	0,2	0,5	7,9	0,2	16,7	0,54
„ getrocknet	11,6	7,1	6,6	19,3	54,8	0,6	4,1	61,9	0,6	15,5	4,15
Centrifugenrückstände	82,0	1,2	1,0	3,6	12,1	0,1	0,6	13,1	0,1	22,3	0,83
Äpfeltreſter	74,3	1,3	1,4	10,5	11,2	1,3	0,7	12,1	0,5	19,1	0,84
Rübenmelaſſe	17,2	10,3	8,0	—	64,5	—	8,0	64,5	—	8,1	4,87
Melaſſeſchlempe	92,0	1,6	1,8	—	4,6	—	1,8	4,6	—	2,6	0,55
Kartoffelſchlempe	92,2	0,6	1,4	0,9	4,7	0,2	1,4	5,6	0,2	4,4	0,56
„ neues Verfahren	93,9	0,5	1,2	0,7	3,5	0,2	1,2	4,2	0,2	3,9	0,45
Roggenſchlempe	91,0	0,5	1,9	1,0	5,2	0,3	1,7	5,4	0,3	3,5	0,61
Maisſchlempe	90,6	0,4	1,8	1,0	5,2	1,0	1,6	5,4	0,8	4,6	0,65
Schlempe von Hefefabrikation	94,8	0,4	1,0	0,4	3,1	0,3	1,0	3,5	0,3	4,3	0,39
Kartoffelfaſer (Stärkefabrikation)	86,0	0,4	0,8	2,0	11,7	0,1	0,8	13,7	0,1	17,4	0,90
„ gepreßt (Stärkefabrikation)	64,7	0,6	1,9	3,5	29,1	0,1	1,9	32,6	0,1	17,3	2,12
Roggentreber (Stärkefabrikation)	70,0	0,8	6,1	2,7	18,9	1,5	5,2	18,1	1,2	4,1	1,99
Stärketreber (Stärkefabrikation)	71,4	0,3	4,2	2,8	20,2	1,1	3,6	19,0	0,9	5,9	1,74
Trock. Kleber (Stärkefabrikation)	11,6	1,6	68,9	0,3	12,9	5,0	68,9	12,9	5,0	0,3	t2,63
Fett-Grieben	8,4	5,0	61,3	—	—	25,3	58,2	—	23,3	1,0	12,17
Biertreber, friſch	76,1	t,1	4,9	3,5	12,9	1,5	3,6	9,7	1,3	3,6	1,27
„ getrocknet	9,3	4,2	18,7	13,3	47,2	7,3	13,7	35,4	6,1	3,6	4,88
Brennereitreber, getrocknet	6,9	t0,4	22,1	14,7	40,6	5,3	16,1	31,9	4,5	2,7	4,91
Schlempe *), getrocknet	10,5	5,8	20,5	9,8	45,1	8,3	18,4	49,4	6,6	3,5	6,49
Malzkeime	11,8	7,6	23,3	12,4	42,8	2,1	19,1	48,6	1,0	2,7	5,88
Maiskeime	11,9	5,5	12,4	6,8	46,0	17,4	10,5	44,0	14,8	7,7	5,78
Grünmalz mit Keimen	47,5	1,7	6,5	4,3	38,5	1,5	5,2	36,9	1,2	7,7	3,02
Darrmalz ohne Keime	7,5	2,3	9,4	8,7	69,8	2,3	7,5	67,2	1,8	9,4	5,13
Weizenkleie, feine	12,1	4,1	14,1	7,3	58,2	4,2	11,0	47,2	2,9	4,9	4,73
„ grobe	13,6	5,6	13,6	8,9	54,9	3,4	10,6	45,2	2,4	4,8	4,50
Roggenkleie	12,4	4,8	14,7	6,2	58,7	3,2	11,5	47,3	2,2	4,6	4,74
Dinkelkernenkleie	13,0	5,6	14,0	8,2	54,9	4,3	10,2	52,5	3,8	6,1	4,99
Grünkernkleie	9,1	12,9	t0,6	15,2	45,5	6,7	7,4	40,1	5,0	7,1	4,03
Weizenfuttermehl	11,5	3,0	13,9	4,8	63,5	3,3	10,8	54,0	2,9	5,7	5,07
Roggenfuttermehl	12,0	4,t	13,6	4,2	63,2	2,9	10,6	53,3	2,3	5,6	4,93
Maiskleie	11,8	3,4	10,2	9,0	61,8	3,8	7,9	56,6	3,4	8,2	4,79
Buchweizenkleie	20,9	2,6	11,6	28,3	33,8	2,8	7,7	29,1	2,0	4,4	3,09
Erbſenkleie (Schalen)	12,3	3,0	8,0	43,7	30,5	2,5	5,6	46,3	2,0	9,2	3,69
Erbſenmehl	11,4	3,5	23,7	4,5	54,5	3,5	20,9	55,4	2,8	3,0	6,30
Erbſenkleiemehl	12,3	4,2	13,1	31,1	37,8	1,5	9,2	45,8	1,2	5,3	4,17
Hirſeſchalen	9,5	7,5	6,5	57,6	14,4	4,5	4,5	38,8	2,7	10,1	3,17
Gerſtekleie	12,0	4,1	14,8	19,4	45,6	4,1	11,5	43,2	3,6	4,5	4,67
Graupenabfall	12,1	6,9	11,1	15,7	50,7	3,5	8,8	50,3	2,3	6,4	4,47
Weißmehl (Hafergrütz-fabrikation)	10,5	6,8	11,0	14,5	52,6	4,5	8,3	48,2	3,6	6,9	4,42
Rotmehl (Hafergrütz-fabrikation)	10,1	8,3	7,4	19,4	50,9	3,9	4,8	42,8	3,2	10,6	3,52
Haferhülſen (Hafergrütz-fabrikation)	9,4	6,5	2,7	27,9	52,2	1,3	1,3	40,1	0,6	32,0	2,49
Reisfuttermehl, fein	11,5	5,3	9,9	2,7	63,3	7,3	7,6	65,1	6,4	10,7	5,44
„ grob	10,5	9 9	12,0	10,0	45,6	12,0	9,3	52,3	10,6	8,4	5,56
Erdnußkleie	10,8	5,1	22,4	18,7	23,8	19,2	16,8	25,0	16,3	3,9	5,94
Rapskuchen	10,4	7,7	30,7	11,3	30,1	9,8	24,9	23,8	7,6	1,7	6,25
Entöltes Rapsmehl	8,5	7,9	33,1	13,4	34,1	3,0	26,5	27,2	2,4	1,3	6,13

*) Von Roggen und Mais.

Art der Futtermittel.	Wasser.	Asche.	Rohprotein.	Rohfaser.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Rohfett.	Verdaute Stoffe. Eiweiß.	Verdaute Stoffe. Kohlehydrat.	Verdaute Stoffe. Fett.	Nährstoffverhältnis.	Geldwert pro 50 kg.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	wie 1:	M
Leinkuchen	11,8	7,3	28,7	9,4	32,1	10,7	24,7	29,8	9,6	2,1	6,77
Entöltes Leinmehl	9,7	7,3	33,2	8,8	38,7	2,3	27,8	33,9	2,1	1,4	6,68
Leindotterkuchen	11,8	6,9	33,1	11,6	27,4	9,2	26,5	26,6	8,3	1,4	6,75
Mohnkuchen	10,7	11,2	35,4	11,3	21,6	9,8	30,4	22,3	8,8	1,4	7,21
Hanfkuchen	11,9	7,8	29,8	24,7	17,3	8,5	20.9	16,4	7,2	1,6	5,14
Buchelkuchen	16,1	5,2	18,2	23,9	28,3	8,3	13,5	22,2	6,6	2,8	4,17
„ geschält	12,5	7,7	37,1	5,5	29,8	7,5	31,2	25,5	6,8	1,4	7,30
Madiakuchen	11,2	6,7	31.6	25,7	9,8	15,0	22,1	9,4	12,0	1,8	5,48
Erdnußkuchen	9,8	6,9	31,0	22,7	20,7	8,9	24,8	19,0	7.2	1,5	5,93
„ geschält	10,0	4,6	47,5	5,2	24,9	7,8	43,2	25,2	6,7	1,0	9,25
Wallnußkuchen	13,7	5,0	34,6	6,4	27.8	12,5	31,1	28,2	11,2	1,8	7,91
Mandelkuchen	9,7	4,3	41,3	8,9	20,6	15,2	37,2	23,0	13,7	1,0	9,91
Sojabohnenkuchen	13,4	5,2	40,3	5,5	28,1	7,5	36,3	29,4	6,8	1,3	8,25
Olivenkuchen	13,8	6,8	6,0	33,4	26,8	13,2	3,6	32,8	10,6	16,5	3,56
Sonnenblumenkuchen	10,8	6,7	32,8	13,5	27,1	9,1	27,9	25,1	8,1	1,6	6,88
Palmkernkuchen	10,2	4,0	16,1	20,9	37,9	10,9	15.3	52,7	10,4	5,1	6.57
Entöltes Palmmehl	10,5	4,0	16,5	25,2	40,0	3,8	15,7	58,3	3,6	4,3	6,19
Kokosnußkuchen	10,3	5,9	19,7	14,4	38,7	11,0	15,0	40,3	11,0	4,4	5,90
Sesamkuchen	11,1	10,9	37,2	7,5	20,5	12,8	33,5	15,5	11,5	1,7	7,67
Kandlenußkuchen	7,7	8,5	52,9	4,0	16,3	10,6	47,6	16,2	9,5	0,8	9,79
Nigerkuchen	11,5	8,0	33,1	19,6	23,4	4,1	26,5	24,0	3,3	1,2	4,98
Baumwollsamenkuchen	10,6	7,2	24,7	24,9	26,0	6,6	18,0	18,7	5,9	1,8	4,65
„ gereinigt	9,8	6,8	28,3	18,4	29,0	7,7	21,2	18,4	6,7	1,6	5,25
„ geschält	8,9	7,2	43,6	5,7	19,7	14,9	36,9	18,7	13,1	1,4	8,56
Kapokkuchen	13,3	6,5	26,3	28,2	19,9	5,8	19,5	15,6	5,2	1,5	4,86
Maiskeimenölkuchen	10,8	6,2	13,5	8,6	50,1	10,8	10,8	49,4	9,7	6,8	5,57
Kürbiskernkuchen	12,0	8,1	55,6	4,9	8,0	11,4	50,0	9,7	10,3	0,7	9,92
Fleischfuttermehl	10,8	4,6	71,0	—	0,5	13,1	67,5	0,5	12,8	0,5	12,55
Tieralbumin*)	11,8	11,5	63,7	—	—	13,4	60,5	—	12,4	0,5	11,35
Fettgrieben	8,4	5,0	61,3	—	—	25,3	58,2	—	23,3	1,0	14,17
Norwegischer Fischguano	12,6	36,6	49,0	—	—	1,8	44,1	—	1,6	0,1	7,45
Getrocknetes Blut	12,0	4,1	80,8	—	2,6	0,5	54,1	2,6	0,5	—	9,12
Maikäfer, frisch	70,4	2,3	18,8	4,8†)	—	3,7	13,0	—	3,1	0,6	2,48
„ getrocknet	13,5	6,7	55,3	13,9†)	—	10,9	38,0	—	9,1	0,6	7,27
Kuhmilch	87,5	0,7	3,2	—	5,0	3,6	3,2	5,0	3,6	4,4	1,20
Abgerahmte Milch	90,0	0,8	3,5	—	5,0	0,7	3,5	5,0	0,7	1,9	0,93
Buttermilch	90,1	0,5	3,0	—	5,4	1,0	3,0	5,4	1,0	2,6	0,90
Molken	93,6	0,6	0,8	—	4,9	0,1	0,8	4,9	0,1	6,4	0,41
Sahne (Rahm)	75,6	0,3	3,7	—	2,8	17,6	3,7	2,8	17,6	11,7	2,70

*) Abfälle der Fleischextrakt-Fabrikation.
†) Chitin der Maikäfer.

II. Tabellen über die Verdaulichkeitsverhältnisse der Futtermittel.

A. Mittel und Schwankungen der Verdauungs-Koëffizienten verschiedener Futtermittel.

(Aus den Resultaten direkter Versuche berechnet.)

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Einzelversuche.	Organische Substanz.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.
I. Versuche mit Wiederkäuern.							
a) Grünfutter und Heu.							
Weidegras von Wiesen*)	3	6	76,5 75—78	74,7 72—79	75,4 72—80	65,9 63—69	78,1 75—84
Wiesengrummet	6	30	64,3 62—71	62,1 61—68	64,3 59—68	45,5 31—56	66,3 63—74
Wiesenheu	38	104	61,6 46—71	61,8 42—72	57,1 46—71	51,6 10—63	64,4 49—76
Desgl., stickstoffreich	14	42	65,2 56—71	63,6 57—70	62,1 55—71	50,4 31—63	67,5 58—76
Desgl., mittel	24	62	59,8 46—69	56,5 42—72	57,8 46—66	47,8 10—63	62,4 49—73
Desgl., geringer	7	18	54,7 46—59	50,5 42—56	54,1 46—61	40,9 10—57	58,3 49—61
Wiesenheu**), trocken verfüttert	1	2	56,3	44,1	57,2	37,4	58,6
Dieselbe Sorte, gedämpft	1	2	55,7	30,1	58,0	40,6	59,1
Heu aus Timotheegras	1	3	59,3	42,1	52,0	47,6	65,7
Weide-Kleegras***)	1	2	75,4	78,2	67,2	64,2	78,3
Grünklee und Kleeheu	18	46	61,2 54—74	62,1 43—76	48,7 39—60	62,3 35—74	69,1 58—83
Grünklee, vor der Blüte	6	15	66,0 59—74	66,2 60—76	52,9 47—60	63,9 58—74	72,7 63—83
Kleeheu, sehr gut	6	12	61,1 58—63	62,1 55—69	47,1 39—52	60,4 44—72	69,9 67—72
Desgl., mittel	6	19	56,8 54—62	54,6 43—61	44,9 39—52	50,9 35—70	65,0 58—67
Grünklee†), vor der Blüte	1	2	73,9	74,0	60,0	65,2	82,7
Desgl., Beginn der Blüte	1	2	68,0	76,1	53,0	67,0	74,6
Desgl., in der Blüte	1	2	63,0	69,3	49,7	61,2	71,8
Desgl., Ende der Blüte	1	2	58,3	58,6	38,8	44,5	70,7
Luzerneheu, sehr gut	9	28	59,5 55—67	73,9 67—83	42,7 34—48	38,7 29—55	66,3 61—73
Luzerne, vor der Blüte	5	18	62,3 58—67	77,2 72—83	43,4 34—48	38,6 30—44	69,7 66—73
Desgl., in der Blüte	4	10	55,9 55—57	69,9 67—73	41,9 37—45	38,9 29—55	63,3 61—65
Luzerne, grün verfüttert	1	4	57,5	78,3	33,8	43,8	66,6
Dieselbe Sorte als Dürrheu	1	2	55,4	73,4	36,6	32,0	64,9
" " " Brennheu	1	2	54,4	72,4	44,6	43,3	54,0
Luzerne, grün verfüttert	1	2	67,0	81,2	44,6	51,7	76,0
Dieselbe Sorte auf Reitern getrocknet	1	2	61,5	78,0	42,0	32,7	70,4
Luzerne, sorgfältig getrocknet	1	2	60,0	71,5	48,1	66,4	
Dieselbe Sorte beregnet	1	2	56,6	66,5	45,3	61,9	

*) Unter Weidegras ist hier das Futter zu verstehen, wie es auf guten, nicht zu nassen Wiesen im Monat April bis gegen Mitte Mai sich vorfindet.

**) Es handelte sich um eine hartstengelige und stickstoffarme Sorte von Wiesenheu.

***) Das betreffende Kleegras war auf dem Felde alle 8—14 Tage mit der Hand gerupft worden und bestand also aus den zartesten Trieben und Blättern von Gräsern und Kleearten.

†) Der Grünklee in 4 verschiedenen Vegetationsperioden stammte von einem und demselben Felde, war sehr üppig gewachsen und infolge der nassen Witterung stark gelagert.

Digitized by Google

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Einzelversuche.	Organische Substanz.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.
Esparsette, grün verfüttert	1	2	66,4	72,5	42,2	66,7	78,3
Dieselbe Sorte als Dürrheu	1	2	62,1	69,9	36,4	66,2	74,3
„ „ „ Braunheu	1	2	59,3	63,5	45,3	75,6	67,0
„ „ „ Sauerheu	1	2	44,9	50,2	28,8	74,1	53,2
Wickenheu, vor der Blüte	1	6	64,7	76,4	54,3	59,8	65,5
Sojabohnenheu*)	1	2	58,8	63,8	57,8	13,8	61,2
Lupinenheu, in der Blüte	1	2		74,4	73,5	30,4	61,6
Serradella, in der Blüte	1	2	61,5	74,5	49,7	65,1	62,8
„ Ende der Blüte	1	2	47,4	62,9	37,0	65,7	47,6
Grün-Mais**)	1	1	69,6	72,7	72,2	75,0	67,0
Grün-Sorgho	1	1	72,7	62,4	59,4	85,4	77,8
Beinwell (Symphytum)	1	2	69,3	58,1	18,1	71,1	84,6
Kartoffelkraut, Anfang Oktober	1	2	48,2	41,5	36,1	24,2	59,9
Pappellaub, Anfang Oktober	1	2	58,4	55,7	35,1	79,4	64,7
Runkelblätter, eingesäuert	1	2	56,6	64,8	53,7	59,5	54,3
Ausgebraueter Hopfen***)	2	4	37,1	31,2	14,5	61,1	48,8
			33—41	26—37	5—24	52—77	45—53
b) Stroh und Spreu.							
Weizenstroh	2	3	46,3	16,9	55,5	35,6	38,7
			45—48	8—26	52—59	27—44	37—40
Roggenstroh	2	9	46,4	21,0	59,8	31,9	36,6
			42—51	17—25	49—70		35—38
Gerstestroh	2	5	52,7	20,0	55,5	41,6	54,1
			51—55	17—24	55—56	41—43	51—57
Haferstroh†)	5	9	49,7	35,3	57,2	34,9	44,8
			43—56	14—48	48—64	20—49	39—45
Ackerbohnenstroh	2	5	51,1	49,1	38,6	56,1	63,7
Sojabohnenstroh	2	4	55,1	50,1	38,0	60,4	65,9
Lupinenstroh	1	2	55,3	37,4	50,6	30,2	65,0
Erbsenstroh, sehr gut††)	1	2	59,0	60,5	51,6	45,9	64,4
Sojabohnenschalen	1	2	62,6	44,4	50,7	57,2	73,1
c) Körnerarten.							
Hafer	6	31	68,2	77,3	16,7	82,4	73,7
			62—74	68—86	0—26	75—97	67—79
Gerste	1	2	81,0	77,0	0	100	87,0
Mais	1	2	88,5	78,5	61,9	84,6	91,8
Ackerbohne	5	18	89,4	88,1	71,9	86,7	91,6
			83—94	81—95	25—92	55—100	88—95
Sojabohne	1	2	85,0	87,2	168,3	91,3	62,2
Erbse	1	2	89,5	88,9	65,7	74,7	93,3
Lupine	4	8	94,5	91,3	139,1	92,4	105,9
			92—100	90—94	95—176	90—94	84—134
Lupine, gedämpft	1	2	91,5	91,7	95,3	90,4	89,3
Dieselbe Sorte gedämpft u. entbittert	1	2	97,4	94,4	120,5	94,3	83,9
Leinsamen	1	5	84,5	98,2	90,8	85,1	68,4
Eicheln	1	2	87,8	83,3	62,2	87,5	91,4
Johannisbrot	1	2	93,7	67,7	78,4	53,5	95,4

*) Mit fast ausgewachsenen Schoten.

**) Frühreifer Mais, ungewöhnlich stickstoffreich und daher vermutlich auf sehr kräftigem Boden gewachsen.

***) Ausgelaugter Hopfen, welcher nach der Verwendung zum Bierbrauen zurückbleibt.

†) Das Haferstroh ist wohl durchschnittlich stickstoffreicher als Gerstestroh; namentlich aber war es bei den hier in Betracht kommenden Sorten der Fall.

††) Das Erbsenstroh war von ungewöhnlicher Güte, mit noch anhängenden unreifen Schoten, auch das verzehrte Futter aus einem größeren Quantum ausgefressen.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Einzelversuche.	Organische Substanz.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.
d) Gewerbliche Produkte und Abfälle.							
Diffusionsschnitzel	2	7	81,8	63,3	83,2	100	84,0
Weizenkleie, trocken verfüttert	5	12	72,3	78,0	33,0	68,9	77,1
			67—78	71—89	20—39	50—80	70—82
Weizenkleie, trocken verfüttert	1	2	75,5	88,2	20.1	79,6	79,5
Dieselbe Sorte, gesäuert*)	1	2	67,3	79,1	12,5	82,5	70,6
„ „ gekocht	1	2	64,3	69,8	0	86,5	74,1
Weizenkleie, trocken verfüttert	2	5	73,7	73,8	34,0	73,9	80,2
Desgl. gebrüht und mit Heu	2	5	68,9	71,2	9,3	73,5	77,9
„ „ als Tränke	2	5	69,0	66,7	13,1	82,9	77,7
Dinkelkleie	1	2	76,0	77,8	25,0	88,6	82,1
Rückstände von Weizenstärke	1	1	91,0	88,0	100	46,0	92,1
Reisfuttermehl	1	2	89,3	77,3	67,3	88,3	100,1
Malzkeime	1	3	84,1	81,6	95,1	49,1	87,6
Biertreber	1	2	63,0	73,0	39,0	84,0	64,0
Rapsmehl, entfettet	1	1	68,3	84,0	0	—	84,9
Rapskuchen	2	7	65,5	81,0	8,0	78,6	76,1
			56—75	76—86	0—16	69—88	74—78
Leinmehl, entfettet	1	8	71,0	81,5	0	91,3	73,1
Leinkuchen	2	10	80,5	85,7	43,7	89,9	80,4
			78—83	84—87	26—62	89—91	70—91
Palmmehl, entfettet	2	3	91,1	94,6	82,2	94,6	94,0
			89—93	89—100	72—92	89—100	92—96
Palmmehl, zum Teil entfettet**)	1	2	70,1	78,1	49,4	93,2	69,7
Erdnußkuchen	1	2	85,0	90,9	15,9	85,7	98,1
Sesamkuchen	1	4	77,4	90,3	30,7	89,8	62,8
Sonnenblumenkuchen	1	4	75,9	89,6	30,5	87,9	77,4
Baumwollesamenkuchen	1	4	49,7	73,4	22,7	90,8	46,2
Desgl., gereinigt	2	4	56,1	74,8	12,4	89,2	53,6
			55—57	74—76	10—15	88—91	53—55
Desgl., geschält	1	2	80,4	84,7	0	87,6	95,1
Kokosnußkuchen	1	2	77,6	75,7	61,5	100	81,1
Fleischmehl	1	2	95,1	94,9	—	98,1	—
Blutmehl***)	1	2	63,4	62,0	—	100	100
Fischguano	1	2	—	90,0	—	76	—
Süße Milch	5	5	97,7	94,4	—	99,8	98,2
			97—98	91—97	—	99—99	93—98
e) Wurzelgewächse.							
Kartoffel	3	23	87,5	65,1	—	—	92,8
			83—90	64—67	—	—	89—96
Zuckerrübe	2	28	88,8	62,0	—	—	95,2
			84—93	56—68	—	—	95—96
Runkelrübe	2	16	87,7	75,6	—	—	95,3
			87—88	66—86	—	—	94—96
Turnipsrübe†)	1	8	77,8	57,1	—	—	88,7

*) Unter Zusatz von Sauerteig gesäuert.

**) Bei dieser Palmmehlsorte war die geringere Verdauung durch den hohen Fettgehalt und durch besonders reichliche Beimengung von Schalen bedingt.

***) Das Blutmehl war von harter und fester Beschaffenheit.

†) Die verfütterten Turnipsrüben waren sehr stark mit Latrine gedüngt und überaus reich an Salpetersäure (3,89 % der Trockensubstanz und der Stickstoff darin 33,2 % des Gesamtstickstoffes); sie hatten im Innern vielfach hohle Räume und das Fleisch war hartfaserig.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Einzelversuche.	Organische Substanz.	Rohproteïn.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.
II. Vergl. Versuche mit Pferd und Hammel.*)							
Wiesenfutter, Hammel	12	27	62,1	60,1	60,8	51,9	65,6
			57—76	53—73	51—80	43—65	56—76
Pferd	12	15	50,4	59,8	40,6	21,8	58,7
			43—62	54—69	33—57	10—42	49—67
desgl.	16	23	50,8	59,2	41,3	19,8	58,7
			43—62	51—69	33—57	7—42	49—68
Weidegras von Wiesen**), Hammel	1	2	75,8	73,3	79,5	65,4	75,7
Pferd	1	1	62,1	68,8	57,0	13,4	65,8
Wiesenheu, stickstoffreich, Hammel	4	10	64,2	64,6	63,2	53,8	65,1
			63—65	59—72	61—66	48—63	62—68
Pferd	4	6	51,3	62,0	42,1	20,0	57,3
			49—55	55—66	36—46	14—42	52—61
Wiesenheu, mittel, Hammel	4	8	58,7	56,8	55,7	51,4	61,6
			57—63	55—61	51—60	45—56	56—68
Pferd	4	4	47,7	57,4	36,2	24,1	55,4
			43—56	55—60	33—42	19—31	49—67
Wiesenheu, stickstoffärmer, Hammel	3	7	59,2	54,2	58,0	45,5	61,7
			58—61	53—56	54—61	43—49	56—65
Pferd	3	4	47,2	57,2	38,9	23,5	55,9
			45—51	54—62	38—40	16—33	48—61
Kleeheu, Hammel	4	8	56,0	56,3	49,8	56,3	61,2
			55—58	55—58	48—52	56—62	58—64
Pferd	4	5	51,3	55,7	37,4	28,7	63,5
			49—55	51—60	35—39	28—31	61—67
Luzerne, Hammel	4	12	59,3	71,3	45,0	41,2	66,4
			56—62	68—74	40—47	29—56	64—70
Pferd	4	6	58,1	73,4	39,6	14,3	69,7
			55—61	70—75	36—44	0—30	67—71
Weizenstroh, Hammel	1	2	47,6	—	59,0	44,2	37,4
Pferd	1	2	22,6	19,4	26,7	—	17,7
Haferkörner, Hammel	3	13	71,3	79,9	29,9	83,0	76,0
			66—74	67—87	21—44	75—89	72—79
Pferd	3	8	68,0	85,8	21,0	71,4	73,5
			63—71	82—89	1—38	63—78	72—76
desgl.	8	22	67,1	79,4	20,1	70,4	74,1
			62—71	68—89	1—38	60—78	72—76
Gerstekörner, Pferd	1	1	87,0	80,3	100	42,4	87,3
Maiskörner, Hammel	1	2	88,6	78,5	61,9	84,6	91,3
Pferd	1	1	90,9	77,6	100	63,0	93,9
Ackerbohne, Hammel	1	6	89,6	87,1	78,5	84,2	91,2
Pferd	1	5	87,1	85,9	65,4	12,9	93,2
Erbse, Hammel	1	2	89,5	88,9	65,7	74,7	93,3
Pferd	1	1	80,3	83,0	8,0	9,0	89,0
Lupine, Hammel	1	2	87,6	87,8	96,7	77,6	77,7
Pferd	1	1	72,3	94,2	50,8	27,3	50,8
Leinkuchen, Pferd	1	1	69,1	87,8	—	53,2	94,3
Leinsamen, Pferd	1	1	64,3	75,2	—	51,8	98,1
Kartoffel, Pferd	1	1	93,3	88,0	9,1	—	99,4
Möhre, Pferd	1	1	87,2	99,3	0	—	93,8

*) Sämtliche Futtermittel wurden fast gleichzeitig mit Pferd und Hammel auf die Verdaulichkeit geprüft und zwar in Versuchen, welche ausschließlich auf der Versuchsstation in Hohenheim zur Ausführung gelangten.

**) Das betreffende Futter war mit Jauche gedüngt und am 14. Mai geschnitten worden.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Einzelversuche.	Organische Substanz.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.
III. Versuche mit Schweinen.							
Gerstenschrot	4	8	83,4	78,2	11,5	68,4	90,0
			82—85	75—80	0—27	65—77	89—91
Maisschrot	3	4	91,7	85,5	39,6	76,1	94,6
			90—95	84—88	19—57	76—77	93—96
Erbsenschrot	5	10	91,3	88,1	70,5	49,2	96,1
			88—95	85—90	55—89	36—67	95—99
Reis, gekocht	1	1	98,7	88,7	—	66,5	99,6
Roggenkleie*)	1	2	66,7	66,0	3,5	57,5	74,5
Kokosnußkuchen	1	2	79,7	73,5	60,4	83,2	89,3
Fleischmehl	1	8	94,9	96,6	—	87,2	—
Blutmehl**)	1	1	71,7	71,6	—	—	91,6
Maikäfer	1	6	57,1	69,0***)	—	83,0	—
Schlickermilch	1	1	94,6	95,7	—	95,0	98,5
Kartoffel	5	8	93,3	72,5	55,1	—	98,0

B. Mittlere Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der in direkten Versuchen auf die Verdaulichkeit geprüften Futtermittel.

(Auf Prozente der Trockensubstanz berechnet.)

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Reinasche und Sand.	Verdaute Stoffe.		
							Eiweiß und Amid.	Kohlehydrat.	Fett.
I. Versuche mit Wiederkäuern.									
a) Grünfutter und Heu.									
Weidegras von Wiesen	3	19,7	19,5	4,8	43,9	12,1	14,7	49,0	3,2
Wiesengrummet	6	13,8	26,3	3,9	46,7	9,3	8,6	4,80	1,8
Wiesenheu	38	11,3	30,2	3,0	47,5	7,9	7,0	47,8	1,6
Desgl., stickstoffreich	14	14,1	25,8	3,9	47,4	8,9	9,0	48,0	2,0
Desgl., mittel	24	10,0	30,9	2,9	48,6	7,7	5,7	48,2	1,4
Desgl., geringer	7	9,3	34,6	2,4	46,3	7,2	4,7	45,7	1,0
Wiesenheu, trocken verfüttert	1	8,2	34,5	2,1	48,6	6,6	3,7	48,2	0,8
Dieselbe Sorte, gedämpft	1	8,1	35,8	2,1	47,5	6,5	2,7	48,8	0,9
Weide-Kleegras	1	27,1	16,7	5,1	42,1	9,0	21,2	45,1	3,3
Heu von Timotheegras	1	7,9	34,4	2,6	50,6	4,5	3,3	51,1	1,2
Grünklee und Kleeheu	18	15,9	29,6	3,3	43,8	7,2	9,9	44,7	2,1
Grünklee, vor der Blüte	6	18,3	26,6	3,8	42,8	8,4	12,1	45,2	2,4
Kleeheu, sehr gut	6	15,5	28,2	3,4	46,5	6,3	9,6	45,8	2,1
Desgl., mittel	6	13,9	33,7	2,3	43,5	6,7	7,6	43,4	1,2
Grünklee, vor der Blüte	1	18,4	26,6	4,2	43,5	7,3	13,6	51,9	2,7
Desgl., Beginn der Blüte	1	18,7	27,9	4,7	41,7	7,0	14,2	45,9	3,1

*) Die Kleie wird nach obigen Verdauungs-Koëffizienten von den Schweinen verhältnismäßig schlecht ausgenutzt, ungeachtet die verfütterte Sorte an Rohprotein reich und an Rohfaser arm, also von guter Qualität war.

**) Das Blutmehl war dieselbe Sorte, welche auch zu Versuchen mit Hammeln (s. o.) benutzt wurde.

***) Obige Zahl bezieht sich auf die eigentliche Eiweißsubstanz; das stickstoffhaltige Chitin der Maikäfer wurde als ganz unverdaulich angenommen.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Reinasche und Sand.	Verdaute Stoffe. Eiweiß und Amid.	Kohlehydrat.	Fett.
Grünklee, in der Blüte	1	15,3	26,3	3,7	47,9	6,8	10,6	47,5	2,3
Desgl., Ende der Blüte	1	15,6	29,9	4,2	43,8	6,5	9,1	42,6	1,9
Luzerneheu, sehr gut	9	17,9	32,0	2,8	39,6	7,4	13,2	39,9	1,1
Luzerne, vor der Blüte	5	18,9	29,7	2,8	40,7	7,9	14,6	41,3	1,1
Desgl., in der Blüte	4	16,8	35,0	2,8	38,2	6,8	11,7	38,9	1,1
Luzerne, grün verfüttert	1	20,6	30,3	3,7	37,6	7,8	16,1	35,3	1,6
Dieselbe Sorte als Dürrheu	1	18,4	34,0	2,3	38,0	7,8	13,5	37,1	0,7
„ „ „ Brennheu	1	22,4	37,0	2,7	29,6	8,3	16,2	32,5	1,5
Luzerne, grün verfüttert	1	17,4	28,2	3,0	42,8	8,6	14,2	45,1	1,6
Dieselbe Sorte, auf Reitern getr.	1	17,2	29,9	2,2	42,1	8,6	13,4	42,1	0,7
Luzerne, ohne Verlust getrocknet	1	17,0	31,8	43,8		7,4	12,2	44,4	
Dieselbe Sorte, beregnet	1	14,9	33,9	44,2		6,9	9,9	42,7	
Esparsette, grün verfüttert	1	23,8	26,0	4,0	39,8	6,4	17,3	42,1	2,7
Dieselbe Sorte als Dürrheu	1	23,1	26,9	3,9	39,7	6,4	16,2	39,3	2,6
„ „ „ Braunheu	1	21,0	31,8	4,9	35,2	7,1	13,3	38,0	3,7
„ „ „ Sauerheu	1	21,2	34,2	6,2	31,4	7,1	10,6	26,6	4,6
Wickenheu vor der Blüte	1	23,8	28,1	2,8	34,3	11,1	18,2	37,7	1,7
Sojabohnenheu	1	16,9	42,3	2,5	31,3	7,0	10,8	43,4	0,3
Lupinenheu, in der Blüte	1	27,8	30,2	2,4	34,8	4,9	20,7	43,6	0,7
Serradella, in der Blüte	1	22,6	29,7	5.2	30,9	11,6	16,8	34,2	3,4
„ Ende der Blüte	1	19,1	35,7	3,9	32,5	8,8	12,0	28,7	2,6
Grün-Mais	1	13,8	27,7	5,6	47,9	5,0	10,0	52,1	4,2
Grün-Sorgho	1	7,5	33,1	6,6	59,4	3,3	4,8	59,9	5,6
Beinwell (Symphytum)	1	19,9	13,2	2,7	42,4	21,8	11.6	39,3	1,9
Kartoffelkraut, Anfang Oktober	1	10,6	27,3	4,5	43,9	13,7	4.4	36,2	1,1
Pappellaub, Anfang Oktober	1	12,9	20,7	10,3	47,2	8,9	7,2	37,8	8,0
Runkelblätter, eingesäuert	1	11,8	10,8	4,8	36 3	36,3*)	7,6	25,5	2,9
Ausgebrauter Hopfen	2	18,6	22,0	7,1	47,7	4,6	5,8	26,5	4,6
b) Stroharten und Spreu.									
Weizenstroh	2	5,2	47,7	1,1	39,8	6,2	0,9	41,9	0,4
Roggenstroh	2	4,4	46,2	1,4	43,1	5,3	0,9	43,3	0,5
Gerstestroh	2	4,8	42,0	2,5	44,7	5,9	1,0	47,5	1,0
Haferstroh	5	6,2	42,0	2,8	41,7	7,6	2,2	41,8	0,8
Ackerbohnenstroh	2	10,7	41,4	1,1	40,3	6,5	5,3	41,6	0,6
Sojabohnenstroh	2	7,9	31,8	3,0	45,4	12,0	4,0	42,3	1,8
Erbsenstroh, sehr gut	1	14,0	31,9	2,4	44,4	7,3	8,5	45,1	1,1
Lupinenstroh	1	7,9	48,6	1,2	39,8	3,4	2,6	50,5	0,4
Sojabohnenschalen	1	5,9	33,7	1,5	49,5	9,4	2,6	51,3	0,9
c) Körnerarten.									
Hafer	6	12.5	12,7	6.3	64,1	4,4	9,7	49,3	5,2
Gerste	1	11,6	5,9	2,2	77,2	3,1	8,9	67,2	2,2
Mais	1	13,3	1,8	4,8	78,4	1,7	10,4	72,7	4,1
Ackerbohne	5	30,9	8,2	1,8	54,9	4,2	27,2	56,2	1,6
Erbse	1	29,9	6,6	1,6	58,3	3,6	26,6	58,7	1,2
Sojabohne	1	39,3	5,4	19,4	31,6	4,3	34,3	28,8	17,7
Lupine	4	43,2	16,4	6,8	29,7	3,9	39,4	54,3	5,8
Lupine, gedämpft	1	43,2	17,6	6,0	28,5	4,7	39,6	42,2	5,4
Dieselbe, Sorte gedämpft u. entbittert	1	47,9	20,9	6,7	22,9	1,6	45,2	44,4	6,3
Leinsamen	1	31,3	4,8	37,2	21,2	5,5	30,7	19,9	31,6
Eicheln	1	6,5	10,4	4,6	76,7	1,8	5,4	76,6	4,0
Johannisbrot	1	4,6	6,7	2,3	84,4	2,0	3,1	85,8	1,2

*) Von den Mineralstoffen bestanden 19,9 aus feinem Sand, so daß die sandfreie Reinasche in der Trockensubstanz nur 16,4% betrug.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Reinasche und Sand.	Verdaute Stoffe. Eiweiß und Amid.	Kohlehydrat.	Fett.
d) Gewerbliche Produkte und Abfälle.									
Weizenkleie	5	15,4	9,8	4,4	63,5	6,8	12,0	52,2	3,0
Weizenkleie, trocken verfüttert	1	16,1	8,6	4,6	64,0	6,7	14,2	52,6	3,7
Dieselbe Sorte, gesäuert							12,7	46,3	3,8
„ „ gekocht							11,2	47,4	4,0
Weizenkleie, trocken verfüttert	2	15,3	10,1	4,8	63,4	6,4	11,3	54,3	3,6
Desgl. gebrüht u. mit Heu verfüttert							10,9	50,3	3,6
„ „ als Tränke „							10,2	50,6	4,0
Dinkelkleie	1	16,1	9,4	6,1	62,0	6,4	12,5	53,3	5,4
Rückstände von Weizenstärke	1	20,4	6,7	4,9	63,9	4,1	18,0	65,3	2,3
Reisfuttermehl*)	1	16,8	10,3	19,1	43,5	10,3	13,0	50,4	16,9
Malzkeime	1	32,1	14,4	2,5	40,7	10,3	26,2	49,4	1,2
Rapsmehl, entfettet	1	40,6	13,5	0,9	35,7	8,5	34,1	30,3	0,3
Rapskuchen	2	36,2	11,9	13,5	30,9	7,5	29,3	24,5	10,6
Leinmehl, entfettet	1	37,0	8,0	4,4	42,3	8,3	30,2	30,9	4,0
Leinkuchen	2	34,5	9,5	12,0	34,2	9,8	29,6	31,7	10,8
Palmmehl, entfettet	2	21,5	27,6	3,7	42,8	4,4	20,3	62,9	3,5
Desgl., zum Teil entfettet	1	15,9	26,0	18,1	35,2	4,8	12,4	37,3	16,9
Erdnußkuchen	1	52,7	6,1	10,9	25,9	4,3	47,9	26,4	9,3
Sesamkuchen	1	49,1	7,1	11,5	21,3	11,0	44,3	15,6	10,3
Sonnenblumenkuchen	1	39,4	14,8	16,2	21,8	7,7	35,3	21,4	14,2
Baumwollesamenkuchen, geschält	1	47,4	4,1	17,9	22,5	8,1	40,2	21,4	15,7
Desgl., nicht geschält	1	26,2	27,6	7,0	31,4	7,7	19,2	20,8	6,4
Reisfuttermehl, gereinigt	2	32,2	18,2	9,0	33,1	7,5	24,1	20,0	8,0
Kokosnußkuchen	1	24,3	15,7	19,0	34,1	6,9	18,4	37,3	19,0
Fleischmehl	1	83,5	—	13,4	—	2,9	79,4	—	13,2
Blutmehl	1	91,9	—	0,7	2,9	4,5	57,0	2,9	0,7
Fischguano	1	56,0	—	2,1	—	41,9	50,4	—	1,6
Süße Milch	5	25,4	—	24,6	43,6	6,4	24,0	42,8	24,6
e) Wurzelgewächse.									
Kartoffel	3	9,2	2,4	0,3	84,0	4,1	6,0	78,0	0,3
Zuckerrübe	2	5,9	5,6	0,5	83,5	4,4	3,7	81,5	0,5
Runkelrübe**)	2	11,6	7,2	0,9	69,4	9,4	8,8	66,1	0,9
Turniprübe**)	1	12,7	13,1	1,8	57,0	11,5	7,3	50,6	1,8
II. Versuche mit Pferd und Hammel.									
Wiesenfutter, Hammel	10	11,3	32,5	2,9	44,4	8,9	6,9	48,2	1,5
Pferd							6,9	38,3	0,6
Weidegras, Hammel	1	17,6	23,0	3,2	40,9	15,3	12,9	49,3	2,1
Pferd							12,1	40,0	0,4
Wiesenheu, stickstoffreich, Hammel	8	12,1	32,9	3,1	43,9	8,1	8,1	49,7	1,7
Pferd							7,8	39,0	0,7
Desgl., mittel, Hammel	5	9,6	34,1	2,6	45,0	8,7	5,4	46,7	1,2
Pferd							5,5	37,2	0,6
Kleeheu, Hammel	2	13,9	38,0	2,2	38,2	7,7	7,9	42,0	1,2
Pferd							7,3	36,9	0,6
Luzerneheu, Hammel	1	19,8	32.0	2,4	38,6	7,1	14,6	41,9	0,7
Pferd							14,8	40,9	0
Weizenstroh, Hammel	1	3,8	48,5	1,4	40,7	5,6	10,3	43,8	0,6
Pferd							10,7	20,0	0,7
Haferkörner, Hammel	1	13,2	11,4	6,5	64,7	4,2	11,4	53,7	5,5
Pferd							11,4	52,1	5,0
Gerste, Pferd	1	14,7	4,8	1,4	74,9	4,2	11,8	70,2	0,6

*) Das betreffende Reisfuttermehl war ungewöhnlich reich an Protein und Fett.
**) Das an 100 fehlende ist Salpetersäure.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Reinasche und Sand.	Verdaute Stoffe. Eiweiß und Amid.	Kohlehydrat.	Fett.
Mais, Hammel							10,4	72,7	4,1
Pferd	1	13,3	1,8	4,8	78,4	1,7	10,3	75,4	3,0
Ackerbohne, Hammel							29,0	54,9	1,4
Pferd	1	33,3	8,0	1,6	53,3	3,7	28,7	55,3	0
Erbse, Hammel							26,6	58,7	1,2
Pferd	1	29,0	6,6	1,6	58,3	3,6	24,8	52,4	0,1
III. Versuche mit Schweinen.									
Gerstenschrot	4	13,1	5,0	3,1	75,4	3,5	10,2	68,4	2,0
Maisschrot	3	12,3	2,2	5,1	78,1	2,3	10,5	74,8	3,9
Erbse	5	27,4	7,5	1,7	59,8	3,6	21 1	62,8	0,8
Reis, gekocht	1	6,8	0,1	0,5	92,1	0,5	6,0	91,6	0,3
Roggenkleie	1	20,6	6,4	5,7	59,6	7,7	13,6	44,8	3,3
Kokosnußkuchen	1	26,6	14,0	8,6	44,3	6,2	19,8	48,2	7,2
Fleischmehl	1	82,4	—	13,5	—	4,2	79,6	—	11,8
Blutmehl	1	91,9	—	0,7	2,9	4,5	65,8	2,7	—
Maikäfer	1	64,1	16,1*)	7,3*)	4,7	7,8	45,2	—	6,1
Schlickermilch	1	31,5	—	6,7	53,5	8,3	30,2	52,7	6,4
Kartoffel	5	10,2	2,8	0,5	82,4	4,2	7,4	82,3	—

C. Schwankungen in der Zusammensetzung der in direkten Versuchen auf die Verdaulichkeit geprüften Futtermittel.

(Auf Prozente der Trockensubstanz berechnet.)

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Rohprotein.	Rohfaser.	Rohfett.	Stickstofffreie Extraktstoffe.	Reinasche und Sand.
I. Versuche mit Wiederkäuern.						
Weidegras von Wiesen	3	16,3—25,1	17,4—23,0	3,2— 5,9	38,1—52,8	8,2—15,3
Wiesengrummet	6	10,7—16,1	23,0—31,1	3,1— 4,3	44,1—49,5	8,7— 9,7
Wiesenheu	38	7,4—19,4	21,8—38,2	1,6— 5,2	39,8—56,2	4,2—11,0
Desgl., stickstoffreich	14	11,8—19,4	21,8—29,0	1,6— 5,2	41,8—52,0	6,8—10,0
Desgl., mittel	24	7,4—11,2	24,1—38,2	1,6— 4,2	43,3—54,8	4,2—11,0
Desgl., geringer	7	7,4—11,2	32,2—38,2	2,1— 2,8	43,3—48,7	4,2— 8,9

*) Unter Rohfaser ist hier das unverdauliche Chitin der Maikäfer aufgeführt. Die Trockensubstanz der frisch getöteten Maikäfer enthält bedeutend mehr Fettstoff als oben angegeben ist, nach einer Untersuchung 12,02%; durch scharfes Trocknen der Käfer und längeres Aufbewahren (bis zum Winter) der gepulverten Masse vermindert sich der Gehalt von in Äther löslicher Substanz.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Roh-protein.	Roh-faser.	Rohfett.	Stickstoff-freie Extrakt-stoffe.	Reinasche und Sand.
Grünklee und Kleeheu	18	12,2—19,6	24,5—38,9	1,4— 4,9	37,7—49,7	4,9—10,1
Grünklee, vor der Blüte	6	16,3—19,6	24,5—28,1	2,3— 4,9	40,2—45,0	7,0—10,1
Kleeheu, sehr gut	6	13,4—19,9	25,7—31,5	1,6— 4,2	41,4—49,7	5,4— 6,8
Desgl., mittel	6	12,2—16,6	28,1—38,9	1,4— 2,9	37,3—48,4	4,9— 7,8
Luzerneheu, sehr gut	9	14,9—20,6	25,1—37,9	2,3— 3,7	35,5—44,1	6,3— 8,6
Luzerne, vor der Blüte	5	17,3—20,6	25,1—32,0	2,4— 3,7	37,6—44,1	7,1— 8,6
Desgl., in der Blüte	4	14,9—18,4	31,8—37,9	2,3— 3,7	35,5—41,4	6,3— 7,3
Ausgebrauter Hopfen	2	17,5—19,7	21,7—22,3	6,3— 7,9	46,1—49,2	4,6— 4,7
Weizenstroh	2	3,8— 6,6	46,7—48,5	0,8— 1,4	38,9—40,7	5,7— 6,8
Roggenstroh	2	4,0— 4,8	42,7—49,8	1,3— 1,6	41,0—46,2	5,0— 5,6
Gerstestroh	2	4,7— 4,9	41,7—42,3	2,5— 2,5	44,2—45,2	5,7— 6,2
Haferstroh	5	3,7— 8,3	40,0—45,6	1,2— 3,1	36,6—48,9	6,0— 8,6
Haferkörner	6	9,3—14,6	10,2—16,2	5,4— 7,1	62,6—67,0	3,7— 6,3
Ackerbohne	5	28,9—33,6	7,1— 9,1	1,6— 2,4	52,2—58,0	3,0— 5,5
Lupine	4	36,1—47,9	14,5—20,9	6,0— 6,7	22,9—38,1	1,7— 4,8
Weizenkleie	5	14,7—16,1	8,7—10,6	3,1— 5,1	61,8—65,8	6,6— 7,1
Rapskuchen	2	34,8—37,5	10,0—13,9	13,2—13,7	27,8—34,1	7,4— 7,6
Leinkuchen	2	32,6—36,5	9,2— 9,8	10,9—13,1	29,6—38,7	8,5—11,1
Palmmehl, entfettet	2	19,4—23,6	24,4—30,8	2,6— 4,9	42,6—42,9	4,1— 4,6
Kartoffel	3	8,1—11,1	2,0— 2,9	0,3— 0,5	81,1—85,7	3,6— 4,6
Zuckerrübe	2	4,8— 6,9	5,3— 5,9	0,4— 0,5	82,1—85,0	4,4— 4,5
Runkelrübe	2	10,6—12,6	6,8— 7,5	0,8— 1,0	67,1—71,8	8,6—10,2
Süße Milch	5	22,8—27,9	—	23,8—26,7	40,9—46,8	6,2— 6,7
II. Versuche mit Pferd und Hammel.						
Wiesenfutter	9	8,5—17,7	23,0—38,2	2,2—4,0	40,9—47,1	7,2—15,3
Wiesenheu, stickstoffreich	3	11,2—12,9	31,6—34,9	2,7—4,0	43,3—44,8	8,0— 8,2
Desgl., mittel	5	8,5—10,9	30,9—38,2	2,2—2,8	43,3—47,4	7,2—11,0
Kleeheu	2	12,9—14,9	37,1—38,9	2,2—2,2	37,3—38,2	7,5— 7,8
III. Versuche mit Schweinen.						
Gerstenschrot	4	12,7—14,1	3,7—7,1	2,7—3,1	73,3—77,1	2,8—4,3
Maisschrot	3	10,3—13 6	2,0—2,3	5,0—5,3	76,8—80,5	1,7—3,2
Erbsenschrot	5	26,0—28.8	6,5—8,7	0,7—2,1	58,4—60,8	3,2—4,3
Kartoffel	5	8,2—12.7	1,9—3,6	0,3—0,6	80,5—84,3	3,8—4,7

III. Stickstoffgehalt einiger Futtermittel im Eiweiß und Nichteiweiß.

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff von Nichteiweiß in % v. a.
		a) im ganzen.	b) im Eiweiß.	c) im Nichteiweiß.	
Weidefutter von Wiesen	4	3,172	2,320	0,852	26,9
Rieselheu von Lichterfelde	1	2,61—4,01 3,18	1,84—3,14 2,47	0,50—1,05 0,71	19,0—34,8 22,3

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff von Nicht-eiweiß in % v. a.
		a) im ganzen.	b) im Eiweiß.	c) im Nicht-eiweiß.	
Grummet	2	2,327	1,974	0,353	15,0
		2,27—2,38	1,92—2,03	0,35—0,36	15,0—15,0
Wiesenheu	10	1,779	1,552	0,227	12,8
		1,35—2,52	1,25—2,08	0,10—0,44	7,5—17,5
Gräser vom Feld, ganz jung	6	4,361	3,185	1,176	27,0
		3,58—5,09	2,68—3,79	0,55—1,70	14,6—38,5
Desgl., vor und in der Blüte	6	1,798	1,380	0,418	23,2
		1,20—2,53	0,94—2,08	0,23—0,64	16,1—32,4
Desgl., reif	3	1,06	0,850	0,210	19,8
		0,94—1,21	0,74—0,98	0,20—0,23	15,0—21,8
Grün-Sorgho	1	1,70	1,261	0,439	25,8
Grünmais	2	1,920	1,565	0,355	18,5
		1,91—1,93	1,38—1,75	0,16—0,55	8,4—28,5
Grünmais, eingesäuert	6	1,664	0,971	0,693	41,7
		1,49—1,80	0,71—1,16	0,45—0,91	27,9—56,0
Grünhafer, Ende Mai	1	4,12	3,51	0,61	14,8
„ im Juni	1	2,29	2,03	0,26	11,3
Raigras, Mai	1	2,35	1,81	0,54	23,0
„ Juni, gedüngt	1	3,64	3,04	0,60	16,5
Roggenstroh	1	0,404	0,404	0	0
Rotklee, ganz jung	3	3,881	2,662	1,219	31,4
		2,47—5,20	1,75—3,24	0,72—1,96	24,5—37,5
Desgl. in der Blüte und Kleeheu	4	2,234	1,810	0,424	19,0
		2,06—2,24	1,57—2,06	0,32—0,67	13,9—29,9
Schwedischer Klee, frisch	1	2,143	1,573	0,570	26,6
Desgl., eingesäuert	1	2,150	1,468	0,682	31,7
Luzerne, ganz jung	3	5,417	3,631	1,786	33,0
		3,57—6,92	2,39—4,79	1,18—2,13	30,5— 35,5
Desgl. Anf. der Blüte u. Luzerneheu	6	2,545	1,812	0,733	28,9
		2,36—3,01	1,55—2,28	0,65—0,92	24,2—37,3
Esparsette, ganz jung	2	3,140	2,306	0,834	26,6
		3,03—3,25	2,22—2,39	0,81—0,86	26,4—26,7
Wickenheu, vor der Blüte	1	4,08	2,53	1,55	38,0
Futterwicke, in der Blüte	1	4,05	3,124	0,926	22,9
Desgl. reif (Stroh und Körner)	1	3,09	2,679	9,411	13,3
Sandwicke, in der Blüte	1	4,46	3,30	1,16	26,0
Heu von Sojabohne, Ende der Blüte	1	2,707	2,148	0,559	20,6
Beinwell vor der Blüte	3	3,89	3,38	0,51	13,1
Weißer Senf, Beginn der Blüte	2	2,84	2,16	0,68	23,8
„ „ volle Blüte	2	2,14	1,74	0,40	18,5
Grüne Lupinen, Ende der Blüte	2	3,425	2,220	1,205	35,2
		3,28—3,57	2,08—2,36	1,20—1,21	33,8—36,6
Stechginster, Anfang Oktober	1	1,687	1,500	0,187	11,2
		1,57—1,80	1,38—1,62	0,18—0,20	9,9—12,5
Taraxacum officinale, 4. April	1	3,693	2,875	0,818	22,2
Desgl. 1. Mai, Anfang der Blüte	1	2,726	2,247	0,479	17,6
Desgl. 24 Mai, Ende der Blüte	1	1,665	1,351	0,294	17,6
Runkelblätter, frisch	1	4,274	3,086	1,188	27,9
Dieselbe Sorte eingesäuert	2	3,581	1,878	1,703	47,5
		3,40—3,77	1,81—1,94	1,46—1,95	42,9—51,9
Futterkohl, Stengel	3	1,444	0,924	0,520	36,1
„ Blätter	3	2,750	1,934	0,816	29,4
Futterrunkeln	15	2,215	0,800	1,415	63,9
		1,26—3,13	9,38—1,06	0,65—2,32	37,4—52,8
Pferdemöhre	2	2,080	1,120	0,960	45,3
		1,83—2,33	1,10—1,14	0,69—1,23	37,7—52,8
Kohlrübe	2	2,645	1,545	1,100	41,9
		2,40—2,89	1,33—1,76	1,07—1,13	39,1—44,6
Stoppelrübe	1	2,58	1,38	1,20	46,5

Art des Futtermittels.	Zahl der Sorten.	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff von Nicht-eiweiß in % v. a.
		a) im ganzen.	b) im Eiweiß.	c) im Nicht-eiweiß.	
Kartoffel	17	1,672	0,924	0,748	44,7 *)
		1,14—2,91	0,54—1,37	0,35—1,54	26,0—54,0
Topinambur	2	1,205	0,695	0,510	42,3
		1,04—1,37	0,60—0,79	0,44—0,58	42,3—42,4
Getr. Rübenschnitzel	1	1,490	1,422	0,068	4,6
Gerstekörner	3	2,136	2,017	0,119	5,6
		1,92—2,35	1,72—2,32	0,03—0,23	1.4—11,9
Hafer	3	1,643	1,507	0,136	8,3
		1,51—1,75	1,43—1,60	0,06—0,19	4,1—11,4
Weizen	1	2,27	1,97	0,30	13,2
Ackerbohne	1	4,780	4,10	0,680	14,2
Erbse	1	4,780	4,237	0,543	11,4
Lupinen, Samen	6	6,657	5,973	0,684	10,3
		5,31—7,59	4,90—7,01	0,41—1,22	6,8—16,1
Lupinensamen, schalenfrei	1	8,63	8,41	0,22	2,6
Sojabohne	2	6,513	6,073	0,440	6,9
		6,30—6,73	5,90—6,45	0,28—0,60	4,2—9,5
Leinsamen	1	3,618	3,418	0,200	5,5
Malzkeime	8	4,384	3,196	1,188	27,3
		3,56—5,52	2,23—4,10	0,62—1,61	21,9—35,9
Malz	6	1,575	1,247	0,328	20,8
		1,40—1,73	1,12—1,34	0,28—0,39	16,7—23,6
Biertreber	2	3,057	2,979	0,078	2,4
		2,84—3,28	2,84—3,12	0—0,16	0—4,8
Kartoffelschlempe	2	3,837	2,753	1,084	28,4
		3,39—4,28	2,42—3,08	0,97—1,20	28,1—28,7
Rübenmelasse	16	1,505	0,984	0,521	34,6
Weizenkleie	1	2,186	1,930	0,256	11,7
Reismehl	2	2,099	1,966	0,133	6,4
		1,98—2,22	1,84—2,09	0,13—0,14	5,8—7,1
Rapskuchen	7	5,203	4,668	0,535	10,7
		4,77—5,41	4,20—4,96	0,45—0,71	8,3—13,3
Leinkuchen	1	5,131	4,821	0,310	6,0
Leindotterkuchen	1	5,825	5,328	0,497	8,5
Mohnkuchen	3	5,839	5,495	0,344	5,9
		5,07—6,23	4,80—5,82	0,28—0,40	5,5—6,5
Palmkuchen	4	3,024	2,943	0,081	2,8
		2,72—2,80	2,53—2,80	0—0,24	0—8,8
Erdnußkuchen	3	7,916	7,381	0,558	7,0
		7,58—8,51	6,79—8,12	0,34—0,90	4,5—14,1
Sesamkuchen	1	6,331	6,334	0,097	1,5
Baumwollesamenkuchen	2	5,150	4,780	0,370	7,20
„ geschält	1	6,714	6,479	0,235	4,4
Koprakuchen	1	3,382	3,154	0,228	6,7
Fleischfuttermehl	1	11,933	11,392	0,541	4,5

*) Zufällig waren die betreffenden Kartoffelsorten ziemlich wässerig und relativ stickstoffreich; in ganz normalen Kartoffeln kann man höchstens 40 % des Gesamtstickstoffes im Nichteiweiß annehmen. In der That fand man bei weiteren Untersuchungen in Halle (40 Kartoffelsorten) 30,3—51,7, durchschnittlich 38,5 %, ferner in England 29—50.

IV. Fütterungsnormen

für die landwirtschaftlichen Nutztiere.

A. Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht.

Art der Tiere.	Organische Substanz im ganzen.	Verdauliche Stoffe				Nährstoffverhältnis.
		Eiweiß.	Kohlehydrate.	Fett.	Im ganzen.	
	kg	kg	kg	kg	kg	
1. **Ochsen** in voller Stallruhe .	17,5	0,7	8,0	0,15	8,85	1 : 12,0
2. **Wollschafe**, stärkere Rassen .	20,0	1,2	10,3	0,20	11,70	1 : 9,0
„ feinere Rassen . .	22,5	1,5	11,4	0,25	13,15	1 : 8,0
3. **Ochsen** bei mittlerer Arbeit .	24,0	1,6	11,3	0,30	13,20	1 : 7,5
„ starker Arbeit . .	26,0	2,4	13,2	0,50	16,10	1 : 6,0
4. **Pferde** bei mäßiger Arbeit .	20,0	1,4	9,0	0,35	11,81	1 : 7,0
„ „ mittlerer Arbeit .	21,0	1,6	10,0	0,50	12,80	1 : 7,0
„ „ starker Arbeit . .	28,0	2,5	12,1	0,70	16,05	1 : 5,5
5. **Milchkühe**	24,0	2,5	12,5	0,40	15,40	1 : 5,4
6. **Mastochsen** *), 1. Periode . .	27,0	2,5	15,0	0,50	18,00	1 : 6,5
2. „ . .	26,0	3,0	14,8	0,70	18,50	1 : 5,5
3. „ . .	25,0	2,7	14,8	0,60	18,10	1 : 6,0
7. **Mastschafe** *), 1. Periode . .	26,0	3,0	15,2	0,50	18,70	1 : 5,5
2. „ . .	25,0	3,5	14,4	0,60	18,50	1 : 4,5
8. **Mastschweine** *), 1. Periode .	36,0	5,0	27,5		32,50	1 : 5,5
2. „ .	31,0	4,0	24,0		28,00	1 : 6,0
3. „ .	23,5	2,7	17,5		20,20	1 : 6,5
9. Wachsende Rinder.						
Alter. Monat. — Mittl. Lebdgew. pro Kopf.						
2—3 — 75 kg . .	22,0	4,0	13,8	2,0	19,8	1 : 4,7
3—6 — 150 „ . .	23,4	3,2	13,5	1,0	16,7	1 : 5,0
6—12 — 250 „ . .	24,0	2,5	13,5	0,6	16,6	1 : 6,0
12—18 — 350 „ . .	24,0	2,0	13,0	0,4	15,4	1 : 7,0
18—24 — 425 „ . .	24,0	1,6	12,0	0,3	13,9	1 : 8,0
10. Wachsende Schafe.						
5—6 — 28 kg	28,0	3,2	15,6	0,8	19,6	1 : 5,5
6—8 — 33 „ . .	25,0	2,7	13,3	0,6	16,6	1 : 5,5
8—11 — 38 „ . .	23,0	2,1	11,4	0,5	14,0	1 : 6,0
11—15 — 41 „ . .	22,5	1,7	10,9	0,4	13,0	1 : 7,0
15—20 — 43 „ . .	22,0	1,4	10,4	0,3	12,1	1 : 8,0
11. Wachsende Mastschweine.						
2—3 — 25 kg . .	42,0	7,5	30,0		37,5	1 : 4,0
3—5 — 50 „ . .	34,0	5,0	25,0		30,0	1 : 5,0
5—6 — 62 „ . .	31,5	4,3	23,7		28,0	1 : 5,5
6—8 — 85 „ . .	27,0	3,4	20,4		23,8	1 : 6,0
8—12 — 125 „ . .	21,0	2,5	16,2		18,7	1 : 6,5

*) Bei den völlig erwachsenen Masttieren beziehen sich die angegebenen Nährstoffmengen überall auf 1000 kg des Lebendgewichtes, wie es im Beginn der ganzen Mästungszeit vorhanden war.

B. Pro Kopf und Tag.

Art der Tiere.	Organische Substanz im ganzen.	Verdauliche Stoffe				Nährstoffverhältnis.
		Eiweiß.	Kohlehydrate.	Fett.	Im ganzen	
Wachsende Rinder. Alter. Mittl. Lebdgew. Monate. pro Kopf.	kg	kg	kg	kg	kg	
2—3 75 kg. . .	3,3	0,6	2,1	0,30	3,00	1 : 4,7
3—6 150 „ . .	7,0	1,0	4,1	0,30	5,40	1 : 5,6
6—12 250 „ . .	12,0	1,3	6,8	0,30	8,40	1 : 6,0
12—18 350 „ . .	16,8	1,4	9,1	0,28	10,78	1 : 7,0
18—24 425 „ . .	20,4	1,4	10,3	0.26	11,96	1 : 8,0
Wachsende Schafe.						
5—6 28 kg . .	1,6	0,18	0,87	0,045	1,095	1 : 5,5
6—8 33 „ . .	1,7	0,17	0,85	0,040	1,060	1 : 5,5
8—11 38 „ . .	1,7	0,16	0,85	0,037	1,047	1 : 6,0
11—15 41 „ . .	1,8	0,14	0,89	0,032	1,062	1 : 7,0
15—20 43 „ . .	1,9	0,12	0,88	0,025	1,025	1 : 8,0
Wachsende Mastschweine.						
2—3 25 kg . .	2,1	0,38	1,50		1,88	1 : 4,0
3—5 50 „ . .	3,4	0,50	2,50		3,00	1 : 5,0
5—6 62 „ . .	3,9	0,54	2,96		3,50	1 : 5,5
6—8 85 „ . .	4,6	0,58	3,47		4,05	1 : 6,0
8—12 125 „ . .	5,2	0,62	4,05		4,65	1 : 6,5

V. Prozentische Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile von Rindvieh, Schaf und Schwein.

Bezeichnung der Körperteile.	Ochse.			Fettes Kalb.	Schaf.					Schwein.	
	Mittel genährt.	Halbfett	Fett.		Mager.	Mittel genährt.	Halbfett.	Fett.	Sehr fett.	Mittel genährt.	Fett.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Inhalt von Magen und Darm	18,0	15,0	12,0	7,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Blut	4,7	4,2	3,9	4,8	3,9	3,9	3,6	3,2	3,2	7,3	3,6
Haut und Hörner	8,4	7,4	6,0	6,8	9,6	9,3	8,0	7,2	6,5	—	—
Beine b. z. d. Sprunggelenken	1,9	1,7	1,6	1,9							
Wolle, gewaschen	—	—	—	—	5,0	4,7	4 3	4,0	3,6	—	—
Wollschmutz	—	—	—	—	4,8	4,5	4,0	3,6	3,2	—	—
Kopf	2,8	2,7	2,6	4,8	4,6	4,3	3,7	3,2	2,8	—	—
Zunge und Schlund	0,6	0,6	0,5							0,5	0,4
Herz	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3
Lunge und Luftröhre	0,7	0,7	0,6	1,2	1,5	1,5	1,2	1,0	1,0	1,4	0,9
Leber und Gallenblase	1,5	1,3	1,3	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,0	2,6	1,7
Zwerchfell	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	—	—
Milz	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Magen ohne Inhalt	4,5	3,0	2,7	1,2	2,4	2,3	2,3	2,0	1,5	1,2	0,7
Därme „ „	2,0	1,5	1,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,3	3,9	2,2
Fett von Netz und Darm	2,3	2,9	4,5	2,4	3,0	4,1	4,9	6,8	8,0	1,7	2,5
4 Viertel incl. Nieren und Nierentalg	47,4	55,7	60,3	60,0	43,3	45,3	49,4	52,8	57,1	72,8	82,1
Kleine Abfälle und Verlust	4,1	2,1	1,4	4,6	1,3	08,	0,5	0,6	0,3	0,9	0,4
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Digitized by Google

Bezeichnung der Körperteile.	Ochse.			Fettes Kalb.	Schaf.					Schwein.	
	Mittel genährt.	Halbfett.	Fett.		Mager.	Mittel genährt.	Halbfett.	Fett.	Sehr fett.	Mittel genährt.	Fett.
Gruppierung der Körperteile.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Blut	4,7	4,2	3,9	4,8	3,9	3,9	3,6	3,2	3,2	7,3	3,6
Haut, Kopf, Beine und Zunge	13,7	12,4	10,7	13,5	24,0	22,8	20,0	18,0	16,1	—	—
Eingeweide	9,8	7,8	7,7	7,7	8,5	8,1	7,7	6,6	5,3	9,8	6,0
Fleisch und Fett	49,7	58,6	64,8	62,4	46,3	49,4	54,3	59,6	65,1	74,5	84,6
Inhalt von Magen und Darm	18,0	15,0	12,0	7,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Bestandteile des Rumpfes. (Schlachtgewicht nebst Fett vom Netz ꝛc.)											
Fleisch ohne Fett und Knochen	36,0	38,0	35,0	43,0	33,2	33,5	33,1	29,0	27,0	46,4	40,0
Knochen	7,1	7,3	7,1	9,3	7,1	6,6	5,9	5,5	5,2	8,0	5,8
Fett im Fleisch	2,0	7,9	14,7	5,5	2,0	3,3	8,0	14,7	20,5	16,5	32,4
„ an den Nieren	2,0	2,5	3,5	2,2	1,0	1,9	2,4	3,6	4,4	1,9	3,9
„ am Netz und Darm	2,3	2,0	4,5	2,4	3,0	4,1	4,9	6,8	8,0	1,7	2,5
Summa	49,7	58,6	64,8	62,4	46,3	49,4	54,3	59,6	65,1	74,5	84,6
Fleisch des Rumpfes ohne Fett und Knochen.											
Trockensubstanz	8,0	8,4	7,5	8,8	6,8	6,7	6,8	5,4	5,1	8,1	7,3
Wasser	28,0	29,6	27,5	34,2	26,4	26,8	26,8	23,6	21,9	38,3	32,7
Summa	36,0	38,0	35,0	43,0	33,2	33,5	33,1	29,0	27,0	46,4	40,0
100 Teile des Rumpffleisches (ohne Knochen). Fleischnahrung der Menschen											
Fett	5,3	17,2	29,4	11,3	5,7	9,0	19,5	33,6	43,2	26,2	45,5
Muskelsubstanz	19,8	17,5	14,5	17,0	18,0	17,1	14,5	11,7	10,2	12,3	9,7
Mineralstoffe	1,2	0,9	0,8	1,1	1,3	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4
Wasser	73,7	64,4	55,3	70,6	75,0	72,8	65,2	54,0	46,0	60,9	44,4
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Bestandteile des lebenden Tieres.											
Fett	7,1	14,9	26,8	13,1	8,6	13,2	18,3	28,1	37,2	22,5	40,2
Stickstoffverbindungen	15,8	15,5	13,7	15,3	15,4	14,8	13,8	12,2	11,0	13,9	11,0
Mineralstoffe	4,8	4,4	3,9	4,5	3,4	3,3	3,2	2,9	2,8	2,7	1,8
Wasser	54,3	50,2	43,6	60,1	56,6	53,7	50,7	44,8	39,0	53,9	42,0
Inhalt von Magen und Darm	18,6	15,0	12,0	7,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nach Abzug des Inhalts von Magen und Darm.											
Fett	8,7	17,5	30,5	14,1	10,2	15,5	21,3	31,9	41,4	24,2	42,3
Stickstoffverbindungen	19,2	18,3	15,6	16,5	18,3	17,4	16,0	13,9	12,2	15,0	11,9
Mineralstoffe	5,9	5,2	4,4	4,8	4,0	3,9	3,8	3,3	3,1	2,9	1,9
Wasser	66,2	59,0	49,5	64,6	67,5	63,2	58,9	50,9	43,3	57,9	43,9
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Mineralstoffe in 100 Teilen des lebenden Tieres.											
Phosphorsäure	1,92	1,76	1,56	1,64	1,33	1,29	1,25	1,13	1,09	1,10	0,73
Kalk	2,14	1,96	1,74	1,93	1,40	1,35	1,31	1,19	1,15	1,15	0,77
Magnesia	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03
Kali	0,18	0,16	0,14	0,29	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,15	0,10
Natron	0,14	0,13	0,12	0,07	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10	0,07
Kieselsäure	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	—	—
Schwefelsäure, Chlor und Kohlensäure	0,34	0,32	0,28	0,50	0,29	0,29	0,29	0,25	0,25	0,15	0,10
Summa	4,80	4,40	3,90	4,50	3,40	3,30	3,20	2,90	2,80	2,70	1,80

Vorstehende Tabelle ist hauptsächlich auf Grund von Beobachtungen berechnet, welche Lawes und Gilbert in England an landwirtschaftlichen Tieren angestellt haben (s. Philosophical Transactions of the Royal Society. Part. II. 1859. p. 493—680); jedoch sind dabei auch einige in Deutschland erhaltene Schlachtergebnisse berücksichtigt und namentlich wurden die Mengen der einzelnen Mineralstoffe nicht direkt, sondern nach anderweitig vorliegenden Analysen der wichtigeren Teile des Tierkörpers ermittelt. Ferner ist zu erwähnen, daß die in der Tabelle aufgeführten Zahlen zunächst auf jüngere oder solche Tiere sich beziehen, welche soeben den ausgewachsenen Zustand erreicht haben; bei Tieren, welche in einem vorgerückten Alter zur Mast aufgestellt worden sind, ist meistens die Menge des Talges, insbesondere des Nierentalges, wenn auch nicht die Gesamtmenge des Fettes im ganzen Körper, verhältnismäßig größer, das Gewicht der 4 Viertel aber oft etwas niedriger. In neuerer Zeit haben Lawes und Gilbert auch die Resultate der Analysen von der Asche ganzer Tiere und gewisser Partien derselben mitgeteilt (s. Philos. Transact. Part. III. 1883. p. 865 bis 890); es sind daraus die folgenden Mengenverhältnisse der einzelnen Mineralstoffe in Prozenten des Gesamtgewichtes der lebenden Tiere berechnet und zugleich hier nach den schon früher (1859) veröffentlichten Beobachtungen die direkt gefundenen Mengen von Stickstoffverbindungen, Fett, Wasser und Gesamtasche, sowie die Lebendgewichte der betreffenden Tiere übersichtlich zusammengestellt.

Stoffe im lebenden Tiere.	Ochse.		Fettes Kalb.	Schaf.				Fettes Lamm.	Schwein.	
	Halbfett.	Fett.		Mager.	Halbfett.	Fett.	Sehr fett.		Mager.	Fett.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fett	19,1	30,1	14,8	18,7	23,5	35,6	45,8	28,5	23,3	42,2
Stickstoff-Substanz	16,6	14,5	15,2	14,8	14,0	12,2	10,9	12,3	13,7	10,9
Mineralstoffe*)	4,66	3,92	3,80	3,16	3,17	2,81	2,90	2,94	2,67	1,65
Wasser	51,5	45,5	63,0	57,3	50,2	43,4	35,2	47,8	55,1	41,3
Inhalt von Magen ꝛc.	8,2	6,0	3,2	6,0	9,1	6,0	5,2	8,5	5,2	4,0
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Mineralstoffe.										
Phosphorsäure	1,839	1,551	1,535	1,188	1,199	1,040	1,108	1,126	1,066	0,654
Kalk	2,111	1,792	1,646	1,321	1,350	1,184	1,240	1,281	1,079	0,636
Magnesia	0,085	0,061	0,079	0,056	0,052	0,048	0,055	0,052	0,053	0,032
Kali	0,205	0,176	0,206	0,173	0,168	0,148	0,158	0,166	0,196	0,138
Natron	0,146	0,126	0,148	0,120	0,104	0,097	0,129	0,103	0,110	0,073
Eisenoxyd	0,040	0,021	0,021	0,037	0,042	0,034	0,030	0,026	0,022	0,013
Schwefelsäure	0,038	0,033	0,041	0,052	0,035	0,031	0,028	0,039	0,053	0,029
Kohlensäure	0,087	0,071	0,047	0,037	0,053	0,041	0,049	0,043	0,021	0,021
Chlor	0,059	0,055	0,063	0,072	0,051	0,044	0,066	0,053	0,056	0,043
Kieselsäure	0,013	0,006	0,005	0,021	0,020	0,026	0,016	0,012	0,005	0,003
Summa	4,623	3,895	3,791	3,077	3,074	2,693	2,879	2,901	2,662	1,642
Lebendgewicht, Pfd.**)	1232,0	1419,0	258,8	97,6	105,1	127,2	239,4	84,4	93,9	185,0
Alter	c. 4 J.	c. 4 J.	9 bis 10 W.	c. 1 J.	$3^1/_4$ J.	$1^1/_4$ J.	$1^3/_4$ J.	$^1/_2$ J.	V. gleichen Wurf 10 Wochen gemästet	
Rasse	Aberdeen		Durham	Hampshire Down						

*) Einschließlich kleiner Mengen von Kohle und Sand.

**) Englische Pfund (1 Pfd. = 453,6 g). Das Lebendgewicht wurde unmittelbar vor dem Schlachten ermittelt, nachdem die Tiere 18 bis 24 Stunden vorher das letzte Futter aufgenommen hatten.

Druck von Hermann Beyer & Söhne in Langensalza.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Wilhelmstrasse 32.

Fach-Lexika.

Der praktische Landwirt, Gärtner und Forstmann hat vielfach nicht die Zeit und häufig auch keine so grosse Bibliothek, um durch Nachlesen in Spezialwerken Belehrung zu suchen; für ihn handelt es sich meist darum, sofort und ohne vieles Suchen eine Auskunft zu finden. Diesem Bedürfnis des Praktikers sollen die Fach-Lexika entsprechen.

Herausgeber und Mitarbeiter haben darin gewetteifert, zuverlässig, knapp und doch verständlich zu arbeiten und in dieser Weise enthält jedes Lexikon Tausende einzelner Artikel und gibt — aufgeschlagen an der betreffenden Stelle des Alphabets — eine augenblickliche, klare und bündige Antwort auf alle Fragen, wie sie sich täglich im praktischen Betriebe aufwerfen.

Wo immer schnellerem Verständnis durch eine Abbildung zu Hilfe gekommen werden kann, ist dem Text ein Holzschnitt beigegeben.

Der niedrige Preis konnte nur gestellt werden im Vertrauen auf einen aussergewöhnlichen Absatz sowie in der Überzeugung, dass diesen Lexiken der ungeteilte Beifall der deutschen Landwirte, Gärtner und Forstmänner nicht fehlen kann, und dass ihnen dieselben bald als unentbehrliche Hausbücher gelten werden.

Illustriertes

Landwirtschafts-Lexikon.

Zweite, umgearbeitete Auflage,

unter Mitwirkung von Professor Dr. **W. Kirchner**, Halle; Dr. **E. Lange**, Berlin; Professor Dr. **E. Perels**, Wien; Professor Dr. **O. Siedamgrotzky**, Dresden; Professor Dr. **F. Stohmann**, Leipzig; Professor Dr. **A. Thaer**, Giessen; Professor Dr. **E. Wolff**, Hohenheim herausgegeben von

Dr. **Guido Krafft**,

Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Mit 1172 Textabbildungen. Preis 20 Mark. In Halbjuchten gebunden 23 Mark.

Illustriertes

Gartenbau-Lexikon.

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner aus Wissenschaft und Praxis herausgegeben von **Th. Rümpler**, General-Sekretär des Gartenbau-Vereins in Erfurt.

Mit 1002 Textabbildungen. Preis 24 Mark. Gebunden 27 Mark.

Illustriertes

Forst- und Jagd-Lexikon.

Unter Mitwirkung von Professor Dr. **Altum**-Eberswalde, Professor Dr. **von Baur**-München, Prof. Dr. **Bühler**-Zürich, Forstmeister Dr. **Cogho**-Seitenberg, Forstmeister **Esslinger**-Aschaffenburg, Professor Dr. **Gayer**-München, Oberförster **Freiherr von Nordenflycht**-Szittkehmen, Prof. Dr. **Prantl**-Aschaffenburg, Forstmeister **Runnebaum**-Eberswalde, Professor Dr. **Weber**-München

herausgegeben von **Herm. Fürst**,

Kgl. Regierungs- und Forstrat, Direktor der Kgl. Forstlehranstalt Aschaffenburg.

Mit 580 Textabbildungen. Preis 20 Mark, gebunden 23 Mark.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

This book may be kept
:EN DAYS
elow. A fine of TWO CENTS
h day the book is kept over
8904202600S
b89042026005a
17 U 28
5 AUG 1929

sse 32.

lage.

a. S.

Preis 12 M.

Lehrbu Landwirtinnen
in alle n Wirtschaft.

Verfasser haftlichen Presse".

Die Ge aussäugetiere.

M n Hannover.
Mit 136 Gebunden 23 M.

Mit 201 I. Gebunden 34 M.

Saa turpflanzen.

y,
München.
M.

unde.
n

estierarzt.
M.

Handbuch der Spiritusfabrikation

von Dr. **Max Maercker**,
Vorsteher der Versuchsstation und Professor an der Universität Halle a. S.

Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 234 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis 20 M Gebunden 22 M. 50 Pf.

Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens

mit Einschluss der Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe.

Von **Fr. Engel**,
Königl. Preuss. Baurat in Berlin.

Siebente, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 42 lithographischen Tafeln nnd 744 Abbildungen im Text.
Ein starker Band in Quartformat. Preis 20 M. In Halbleder gebunden 24 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

LIBRARY
COLLEGE OF AGRICULTURE
UNIVERSITY OF WISCONSIN
MADISON

Dritte Auflage,
vollständig neu bearbeitet von Dr. **C. J. Eisbein** in Heddesdorf bei Neuwied.
Mit 40 Rassebildern in Farbendruck, 2 Tafeln und 144 Textabbildungen.
Preis 18 M. Gebunden 20 M. 50 Pf.

Die Geflügelzucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkt.

Unter Mitwirkung namhafter Fachgenossen
bearbeitet von **Bruno Dürigen** in Berlin.
Mit 80 Rassetafeln und 101 Abbildungen im Text. Preis 20 M. Gebunden 23 M.

H. W. von Pabst's Lehrbuch der Landwirtschaft.

Siebente Auflage, neu bearbeitet und herausgegeben von Dr **Wilhelm v. Hamm.**
Neue Ausgabe. Mit 230 Textabbildungen. Preis gebunden 20 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Digitized by Google

89042026005

b89042026005a